

Aus der Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie
in Zusammenarbeit mit der
Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie der Universität des Saarlandes
Homburg/Saar

Direktor: Prof. Dr. med. Matthias Glanemann

Retrospektive Analyse der Entstehung von Narbenhernien nach offener Reparatur des infrarenalen Aortenaneurysmas

*Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Zahnheilkunde*

**der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES**

2017

Eingereicht von Marilen Christiane Hartz, geboren am 20.07.1989 in Saarlouis

Für Kai

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung / Abstract.....	1
1.1 Zusammenfassung.....	1
1.2 Abstract	2
2. Einleitung	3
2.1 Problematik und Überblick	3
2.2 Bauchaortenaneurysma	4
2.2.1 Histologie und Anatomie der Aorta.....	4
2.2.2 Aneurysma der Aorta abdominalis.....	6
2.2.2.1 Definition.....	6
2.2.2.2 Lokalisation und Morphologie.....	6
2.2.2.3 Pathophysiologie und Ätiologie.....	8
2.2.2.4 Klinik.....	9
2.2.2.5 Diagnostik.....	10
2.2.2.6 Therapie	11
2.3 Hernien	15
2.3.1 Anatomie der Bauchwand	15
2.3.2 Pathophysiologie Rektusdiastase	17
2.3.3 Pathophysiologie der Hernienentstehung	17
2.3.3.1 Definition und Einteilung der Hernien	17
2.3.3.2 Entstehung von Narbenhernien	19
2.3.3.3 Therapie der Hernien.....	19
2.4 Pathophysiologischer Zusammenhang beider Krankheiten	21
2.5 Fragestellung und Konzept der vorliegenden Arbeit	22
3. Material und Methoden	23
3.1 Einführung	23
3.2. Datenrecherche	23
3.2.1 Chirurgische Datenrecherche.....	23
3.2.2 Radiologische Datenrecherche	25
3.3. Statistische Auswertung	28
4. Ergebnisse	29
4.1 Beschreibende Analyse des Patientenkollektivs.....	29
4.1.1 Eingriffsart.....	29
4.1.2 Geschlecht und Inzidenz des Bauchaortenaneurysmas	29

4.1.3. Alter und Inzidenz des Bauchaortenaneurysmas	31
4.1.4 Mortalität	32
4.1.5 Begleiterkrankungen	33
4.1.6 Zeitpunkt der Hernienentstehung	36
4.1.7 Prothesenart	37
4.1.8 OP-Dauer, Prothesenart und intrahospitale Sterberate	38
4.1.8.1 Rohrprothesenimplantation	38
4.1.8.2 Y-Prothesenimplantation	39
4.1.9 Eingriffsart und intrahospitale Sterberate	40
4.1.10 Durchmesser und Sterberate	41
4.1.10.1 Auswertung für Männer	41
4.1.10.2 Auswertung für Frauen	42
4.2. Analyse der Fragestellung	44
4.2.1. Zusammenhang zwischen Hernienentstehung und präoperativem Vorhandensein einer Rektusdiastase	44
4.2.1.1. Rektusdiastase als Vorwölbung der Linea alba im CT, 4 Messhöhen	44
4.2.1.2. Rektusdiastase als Vorwölbung der Linea alba im CT, Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst	49
4.2.1.3. Rektusdiastase definiert über Literatur-Schwellenwert	52
4.2.1.4. Interpretation	56
4.2.2 Einfluss von Alter, Geschlecht, Begleiterkrankungen und Durchmesser des Aneurysmas und die postoperative Hernienentstehung	57
4.2.2.1 Interpretation	62
5. Diskussion	63
5.1 Idee der vorliegenden Arbeit und Literaturübersicht	63
5.2. Bewertung des Patientenkollektivs	64
5.2.1 Geschlechterverteilung	64
5.2.2 Altersverteilung	65
5.2.3 Krankenhaussterblichkeit	66
5.2.4 Begleiterkrankungen	67
5.2.4.1 Diabetes mellitus	67
5.2.4.2 Arterielle Hypertonie	67
5.2.4.3 Adipositas	67
5.2.4.4 COPD	68
5.2.4.5 Nikotinabusus	68
5.3. Inzidenz von Narbenhernien	68

5.3.1 Zusammenhang zwischen Alter, Geschlecht, Begleiterkrankungen und der Entstehung von Narbenhernien.....	69
5.3.2 Zusammenhang zwischen Aneurysmadurchmesser und der Entstehung von Narbenhernien	70
5.3.3 Zusammenhang zwischen präoperativer Bauchwandbeschaffenheit und der Entstehung von Narbenhernien	70
5.4 Fazit und Ausblick.....	71
6. Literaturverzeichnis.....	73
7. Danksagung.....	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Histologischer Wandaufbau einer Arterie	4
Abbildung 2 Verlauf der Aorta abdominalis mit ihren Abgängen	6
Abbildung 3 Klassifikation des infrarenalen Aortenaneurysmas nach Allenberg.....	7
Abbildung 4 Die verschiedenen Formen des Aneurysmas.....	8
Abbildung 5 Pathophysiologie eines arteriosklerotischen Plaques.....	9
Abbildung 6 Schnittführung bei operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas.....	12
Abbildung 7 Intraoperatives Bild eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas.....	12
Abbildung 8 Operationssitus nach Implantation einer Y-Prothese bei operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas	13
Abbildung 9 Intraoperatives Bild nach operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas mittels Y-Prothese	13
Abbildung 10 Intraoperatives Bild nach operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas mittels Silberrohrprothese.....	14
Abbildung 11 Anatomie der ventralen Bauchwand.....	16
Abbildung 12 Aufbau einer Bauchwandhernie	18
Abbildung 13 verschiedene Techniken der Netzimplantation zur Hernientherapie	20
Abbildung 14 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche ohne Rektusdiastase, Übersicht	26
Abbildung 15 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche ohne Rektusdiastase, Detailansicht.....	27
Abbildung 16 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche bei Rektusdiastase, Übersicht	27
Abbildung 17 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche bei Rektusdiastase, Detailansicht.....	27
Abbildung 18 Eingriffsart, elektive – oder Notfalloperation	29
Abbildung 19 Geschlecht und Auftreten Aneurysma, aufgeteilt nach Eingriffsart	30
Abbildung 20 Geschlecht und Auftreten Aneurysma, aufgeteilt nach Geschlecht	30
Abbildung 21 Alter und Auftreten Aneurysma.....	31
Abbildung 22 Mortalitäten	32
Abbildung 23 Begleiterkrankungen, absolute Häufigkeiten	34
Abbildung 24 Begleiterkrankungen, relative Häufigkeiten	34
Abbildung 25 Zeitpunkt der Hernienentstehung.....	36
Abbildung 26 Prothesenart	37
Abbildung 27 Rohrprothesenimplantation und intrahospitale Sterberate nach Operationsdauer eingeteilt	38
Abbildung 28 Y-Prothesenimplantation und intrahospitale Sterberate nach Operationsdauer eingeteilt	39
Abbildung 29 Eingriffsart und intrahospitale Sterberate	40
Abbildung 30 Durchmesser und Todesrate- Männer	42
Abbildung 31 Durchmesser und Todesrate- Frauen.....	43
Abbildung 32 Deskriptive Statistik bei Auswertung mit 4 Messhöhen	46
Abbildung 33 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.01)	47
Abbildung 34 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.01)	47
Abbildung 35 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.05)	47
Abbildung 36 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.05)	48
Abbildung 37 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen).....	48

Abbildung 38 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen).....	49
Abbildung 39 Deskriptive Statistik bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst.....	50
Abbildung 40 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.01)	51
Abbildung 41 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.01).....	51
Abbildung 42 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.05)	51
Abbildung 43 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.05).....	52
Abbildung 44 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst)	52
Abbildung 45 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst)	52
Abbildung 46 Deskriptive Statistik bei Auswertung mit Schwellenwert.....	53
Abbildung 47 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.01)	54
Abbildung 48 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.01).....	54
Abbildung 49 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.05)	55
Abbildung 50 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.05).....	55
Abbildung 51 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Schwellenwert).....	55
Abbildung 52 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Schwellenwert).....	55
Abbildung 53 Deskriptive Statistik der verschiedenen Variablen (univariate, einfache Statistik)	58
Abbildung 54 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter der Annahme normalverteilter Zufallsgrößen, Signifikanzniveau 0.05)	59
Abbildung 55 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter der Annahme normalverteilter Zufallsgrößen, Signifikanzniveau 0.05)	60
Abbildung 56 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung).....	61
Abbildung 57 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung).....	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Klassifikation des infrarenalen Aortenaneurysmas nach Allenberg	7
Tabelle 2 Patientenkollektiv	24
Tabelle 3 Prä-, peri- und postoperative, patientenspezifische Parameter, welche im Rahmen der chirurgischen Datenerfassung ermittelt wurden	25
Tabelle 4 Inzidenz des Bauchaortenaneurysmas aufgeteilt nach Geschlecht und Eingriffsart.....	30
Tabelle 5 Alter und Auftreten Aneurysma	31
Tabelle 6 Mortalitäten	33
Tabelle 7 Begleiterkrankungen.....	35
Tabelle 8 Zeitpunkt der Hernienentstehung	36
Tabelle 9 Prothesenart.....	37
Tabelle 10 Rohrprothesenimplantation und intrahospitale Sterberate je nach Operationsdauer	39
Tabelle 11 Y-Prothesenimplantation und intrahospitale Sterberate je nach Operationsdauer	40
Tabelle 12 Eingriffsart und intrahospitale Sterberate	41
Tabelle 13 Durchmesser und Todesrate- Männer	42
Tabelle 14 Durchmesser und Todesrate- Frauen	43
Tabelle 15 Nomenklatur bei Auswertung mit 4 Messhöhen.....	45
Tabelle 16 Nomenklatur bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst	49
Tabelle 17 Nomenklatur bei Auswertung durch Schwellenwert.....	53
Tabelle 18 Zufallsgrößen, Bedeutung und Verteilungsannahmen	57
Tabelle 19 Begleiterkrankungen, Eingriffsart zusammen betrachtet, Männer und Frauen unterschieden.....	67

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
A.	Arteria
anpH	Patient litt vor und nach der OP an einer Hernie
AAE	Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert
AAR	Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert
AK 1-4	Altersklasse 1-4
anteH	Patient litt vor der OP an einer Hernie
BMI	Body-Mass-Index
cm	Zentimeter
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease (Chronisch obstruktive Lungenerkrankung)
CT	Computertomografie
D	Diabetes mellitus
EVAR	Endovaskuläre Aneurysmaversorgung
H	Arterielle Hypertonie
IntraMort	Intrahospitaler Todesfall (Patient verstarb während des Krankenhausaufenthaltes)
Kg/m ²	Kilogramm pro Quadratmeter
kH	Patient litt unter keiner Hernie
L	Lungenerkrankung
M.	Muskel/Musculus
mind.	Mindestens
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MRT	Magnetresonanztomografie
n	Anzahl
N	Nikotinabusus
OAR	Offene Aortenreparatur
OP	Operation
Pat.	Patient
pAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
postH	Patient litt postoperativ unter einer Hernie
postMort	Patient verstarb nach der Entlassung aus dem Krankenhaus
RR	Riva Rocci (arterieller Blutdruck)
SUM	Summe
V.	Vena
Vital	Patient bei Befragung am Leben
z. B.	Zum Beispiel
Z. n.	Zustand nach

1. Zusammenfassung / Abstract

1.1 Zusammenfassung

Fragestellung: Das Bauchaortenaneurysma ist eine häufige Erkrankung. Oft wird es als Zufallsbefund bei einer sonographischen Routineuntersuchung entdeckt, kann aber auch eine lebensbedrohliche Notfallsituation im Rahmen einer Aortenruptur darstellen. Zur Therapie stehen zwei verschiedene Behandlungsmethoden zur Auswahl, sowohl die endovaskuläre Aortenreparatur (EVAR) als auch die offene Aortenreparatur mittels Dacron-Prothese. Mit 16 % ist das Auftreten einer Narbenhernie die häufigste Komplikation nach der offenen Implantation einer Aortenprothese. So stellt sich die Frage, welche Faktoren diese hohe Komplikationsrate beeinflussen. Die Hernie wird einerseits als eine reine postoperative Komplikation gewertet, andererseits wird in der Literatur eine gemeinsame pathologische Bindegewebsschwäche diskutiert, die beiden Krankheitsbildern zugrunde liegt. Vor diesem Zusammenhang untersuchten wir die Patienten auf eine präoperative Bindegewebsschwäche in anderen Geweben und sahen die Rektusdiastase als möglichen Indikator für die Risikobestimmung der postoperativen Narbenhernienentstehung an. Wir untersuchten, inwieweit **(1)** das Risiko der postoperativen Hernienentstehung durch das präoperative Vorhandensein einer Rektusdiastase erhöht wird und **(2)** inwieweit Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen und der Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas Einfluss auf die postoperative Hernienentstehung nehmen

Methoden: In der vorliegenden retrospektiven Arbeit wurden alle Patienten untersucht, die im Zeitraum vom 01.08.2001 bis 01.08.2011 in der „Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie“ des Universitätsklinikums des Saarlandes mittels einer Bauchaortenprothese versorgt wurden. Bei 444 Patienten im Alter von 36 bis 94 wurden individuelle epidemiologische als auch operationstechnische Faktoren anhand der Krankenblätter, telefonischer Befragungen und klinischer Nachuntersuchungen erfasst. Von 78 Patienten wurden zusätzlich präoperative CT-Untersuchungen zur Analyse der Bauchwandbeschaffenheit herangezogen und durch definierte Messungen auf das Vorhandensein einer Rektusdiastase hin untersucht.

Ergebnisse: (1) Die präoperative Bauchwandbeschaffenheit, sowie eine Schwächung selbiger in Form einer Rektusdiastase, hat keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Hernienentstehung. (2) Alter, Vorerkrankungen und Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas haben keine Auswirkung auf die postoperative Hernienentstehung. (3) Männliche Patienten zeigen eine höhere Inzidenz an postoperativen Hernien als weibliche Patienten.

Schlussfolgerung: Die Ursache der Narbenhernienentstehung konnte in unserer Studie nicht abschließend geklärt werden und kann multifaktoriell bedingt sein. Das präoperative Vorliegen einer Bauchwandpathologie im Sinne einer Rektusdiastase sowie die untersuchten Begleiterkrankungen nahmen keinen signifikanten Einfluss auf die Hernienentstehung und eignen sich so nicht zur Risikoabschätzung. Dementsprechend bedarf es weiterer Forschungsarbeit, um die Komplikationsrate der postoperativen Narbenhernienentstehung senken zu können und die peri- und postoperative Versorgung des Bauchaortenaneurysmas weiter zu optimieren.

1.2 Abstract

Background: The abdominal aortic aneurysm is a prevalent disease. Often it is discovered in a sonographic routine scan, but it can also be presented in a life-threatening emergency situation as part of an aortic rupture. Two different treatment methods are available for therapy, the endovascular aortic repair (EVAR) and the open surgical repair with a dacron-prosthesis. The incidence of incisional hernia is with 16% the most common complication after an open prosthesis implantation. With the current study we report the results, what kind of patient-customized factors affect this high complication rates. On the one hand, incisional hernia is evaluated as a straightly postoperative complication, but on the other hand in the literature there is a discussion about a common pathological weakness of the connective tissue as root of both diseases. Therefore we examined the patients for preoperative connective tissue weakness in other tissues and considered diastasis recti as a possible indicator for risk assessment of postoperative incisional hernia. We examined (1) how far the risk of postoperative hernia development is increased by the preoperative presence of diastasis recti and (2) how far age, sex, pre-existing diseases and the diameter of the abdominal aortic aneurysm influence postoperative hernia development.

Methods: In this retrospective study we examined all patients, which were treated with an open surgical repair of an aortic aneurysm from 01.08.2001 to 01.08.2011 in the Department of General-, Visceral-, Vascular- and Pediatric Surgery of Saarland University in Homburg. In 444 patients, aged 36 to 94, individual epidemiological and operational factors were recorded by medical records, telephone surveys and clinical follow – up. Preoperative CT examinations of 78 patients were used for the analysis of abdominal wall condition by investigating the presence of diastasis recti with the aid of defined measurements.

Results: (1) Preoperative abdominal wall condition, as well as it's weakness in form of diastasis recti, does not significantly influence postoperative incisional hernia formation. (2) Age, pre-existing illnesses and diameter of the abdominal aortic aneurysm don't affect incisional hernia development. (3) Incidence of postoperative incisional hernias is significantly higher in male patients.

Conclusions: The reason for postoperative incisional hernia formation could not be conclusively resolved in this study and could be conditional on multifactorial reasons. Diastasis recti as a pathology of the abdominal wall, as well as the investigated pre-existing illnesses did not have a significant influence on incisional hernia development and are inappropriate for a preoperative risk assessment. Following this, additional research work is needed to further improve peri- and postoperative treatment of abdominal aortic aneurysm and reduce the complication rate of postoperative incisional hernia formation.

2. Einleitung

2.1 Problematik und Überblick

Das Bauchaortenaneurysma stellt mit einer Inzidenz von 40 Erkrankten pro 100.000 Einwohner pro Jahr eine der häufigsten Aneurysma-Erkrankungen dar¹. Oftmals wird das Aortenaneurysma als Zufallsbefund in der abdominellen Sonographie entdeckt, kann aber auch im Rahmen einer Ruptur symptomatisch werden. Die Wahl der Therapie richtet sich nach der Symptomatik und nach dem Durchmesser des Aneurysmas¹.

Zur Therapie stehen die offene operative Versorgung (offene Aortenreparatur, OAR) mit Implantation einer Dacronprothese und eine endovaskuläre Ausschaltung des Aneurysmas (EVAR) zur Verfügung¹. Das Auftreten von postoperativen Narbenhernien wird in der Literatur häufig beschrieben²⁻⁶ und stellt mit ca. 16% die häufigste postoperative Spätkomplikation dar¹. Unklar ist, ob die postoperative Hernienentstehung durch die Laparotomie bedingt ist^{3,4}, oder ob eine gemeinsame pathologische Bindegewebsschwäche bzw. patientenindividuelle Faktoren ursächlich sind. In vorangegangenen Studien zeigten sich bereits gemeinsame pathologische Veränderungen im Kollagenstoffwechsel bei beiden Krankheitsbildern⁷⁻¹⁰. Als möglicher Hinweis auf solch eine Bindegewebsschwäche kann die Rektusdiastase, welche das Auseinanderweichen der Muskelbäuche des Musculus rectus abdominis darstellt^{6,11}, gesehen werden^{7,9}. Dem gemeinsamen Auftreten einer Rektusdiastase bei Aneurysmapatienten wurde in mehreren Studien nachgegangen^{7,9}, um einen möglichen Hinweis auf eine Bindegewebsschwäche zu finden. Hier zeigte sich eine erhöhte Inzidenz von Rektusdiastasen bei Aneurysmapatienten, im Gegensatz zu Patienten mit arteriellen Verschlusskrankheiten⁹. Es stellte sich die Frage, ob bei unseren Patienten bereits vor dem operativen Eingriff eine Bauchwandpathologie vorlag, welche im postoperativen Verlauf die Entstehung einer Hernie begünstigte, oder ob die Hernienentstehung durch die Laparotomie bedingt ist. Aus diesem Grund analysierten wir präoperative CT-Aufnahmen auf der Suche nach bereits bestehenden Rektusdiastasen, untersuchten patientenindividuelle Charakteristika wie Vorerkrankungen und verglichen sie mit der Inzidenz postoperativer Hernien.

2.2 Bauchaortenaneurysma

2.2.1 Histologie und Anatomie der Aorta

Alle Blutgefäße im menschlichen Körper zeigen einen ähnlichen Wandaufbau. Dieser lässt sich in drei verschiedenen Schichten gliedern: *Tunica interna*, *Tunica media* und *Tunica externa (adventitia)* (siehe Abbildung 1).

Die *Tunica interna* ist die innerste Schicht eines Blutgefäßes und dient dem Stoff-, Flüssigkeits- und Gasaustausch durch die Gefäßwand und kleidet diese zum Lumen hin aus. Nach außen hin folgt die *Tunica Media*, sie ist vor allem bei Arterien histologisch besonders deutlich zu erkennen und besteht aus glatten Muskelzellen und Bindegewebe. Die äußerste Schicht ist die Adventitia. Durch sie ist das Blutgefäß mit seiner Umgebung verbunden^{12,13}.

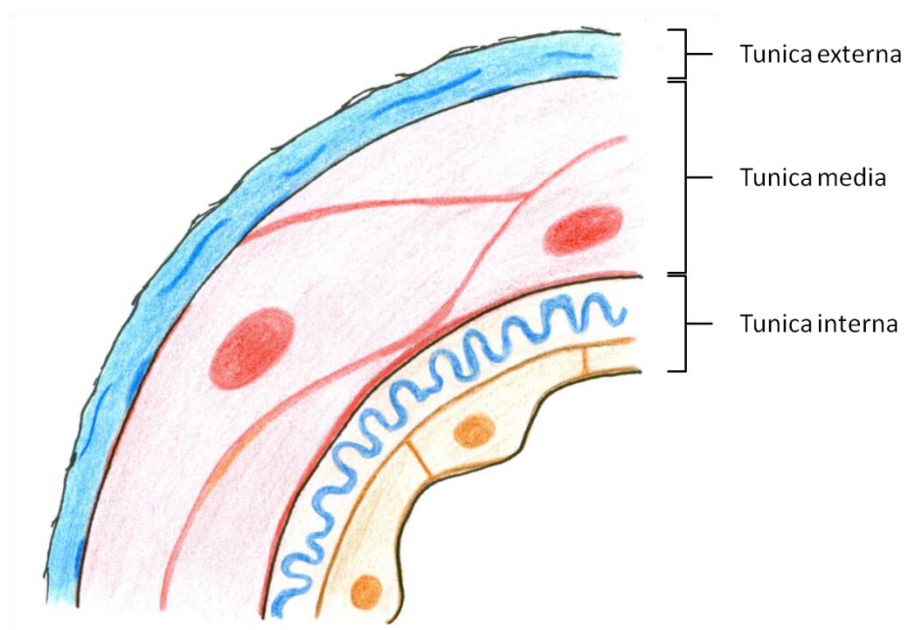


Abbildung 1 Histologischer Wandaufbau einer Arterie

Bei Arterien wird zwischen zwei Gefäßtypen unterschieden: die peripheren Arterien und die herznah gelegenen Arterien. Herznahe Gefäße enthalten vor allem in ihrer Media viel elastisches Bindegewebe, weshalb sie auch als Arterien vom elastischen Typ bezeichnet werden. Histologisch sind hier die einzelnen Wandschichten nicht mehr so scharf gegeneinander abzugrenzen, weil sie durch elastische Elemente durchsetzt werden¹³. Die elastischen Eigenschaften der Aorta und der

großen Arterien erlauben eine starke Dehnung der Gefäße. Sie können in der Systole durch Dehnung das ausgeworfene Blut aufnehmen und speichern so circa die Hälfte des Schlagvolumens und der Energie. Durch die passive elastische Rückstellung des Gefäßlumens während der Diastole wird das Blutvolumen wieder abgegeben und weitertransportiert. So kann das Blutvolumen, das vom Herzen diskontinuierlich ausgeworfen wird, als kontinuierlicher Blutstrom weitergegeben werden. Der Mechanismus wird als Windkesselfunktion benannt¹²⁻¹⁴.

Die peripheren Arterien werden als muskulärer Typ bezeichnet. Sie regulieren den Widerstand durch Gefäßerweiterung (Vasodilatation) und Gefäßverengung (Vasokonstriktion). Hier findet sich histologisch eine dickere Gefäßwandstärke, die vor allem durch die hohe Anzahl der glatten Muskulatur in der Media zustande kommt¹².

Die *Aorta abdominalis* wird auch als Bauchaorta bezeichnet und ist die Fortsetzung der *Aorta thoracica* aus dem Brustkorb, sobald diese das Zwerchfell am *Hiatus aorticus* durchbricht und in den Bauchraum übertritt. Sie liegt in der dorsalen Schicht des Bauchraums, zusammen mit Niere und Nebenniere retroperitoneal. Die *Aorta abdominalis* verläuft leicht links der Medianlinie (Mittellinie). Als wichtige Abgänge aus der Bauchaorta sind ihre großen Hauptäste zu nennen: Nach dem Durchtritt in den Bauchraum geht als erstes der unpaarige *Truncus coeliacus* aus der Aorta hervor. Er versorgt mit seinen Ästen Magen, Milz, Duodenum und Pankreas. In Höhe des zwölften Brustwirbelkörpers entspringt die *Arteria mesenterica superior*. Ihre Äste versorgen Pankreas, Dün- und Dickdarm bis zur linken Kolonflexur. Als nächstes gehen die paarigen Nierenarterien von der *Aorta abdominalis* auf Höhe des ersten Lendenwirbels ab. Sie ziehen jeweils zur linken und rechten Niere und mit ihren Ästen auch zu den Nebennieren. Auf Höhe des dritten Lendenwirbels entspringt die *Arteria mesenterica inferior*, die ab der linken Kolonflexur den Dickdarm und das Rektum versorgt. In Höhe des vierten Lendenwirbels teilt sich die Bauchaorta an der sogenannten Aortenbifurkation in linke und rechte *Arteria iliaca communis* auf. Diese übernehmen mit ihren Ästen die Versorgung des Beckens und der unteren Extremitäten¹⁵ (siehe Abbildung 2).

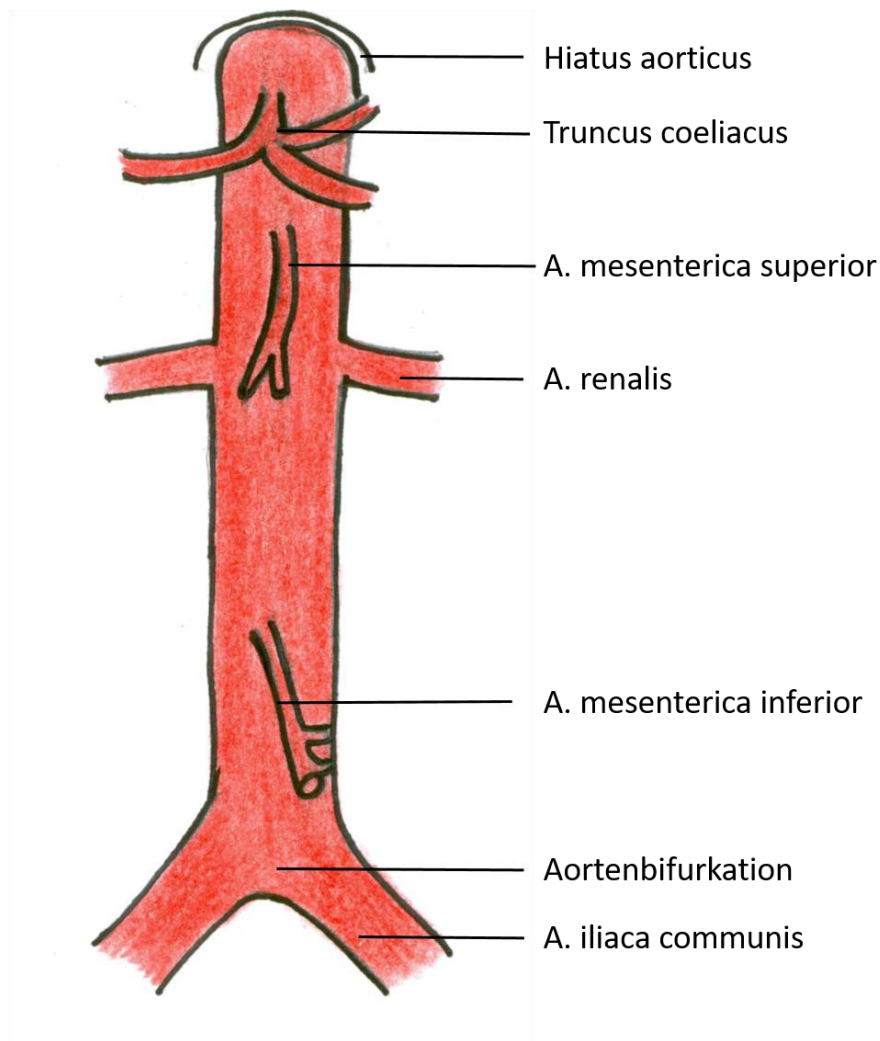


Abbildung 2 Verlauf der Aorta abdominalis mit ihren Abgängen

2.2.2 Aneurysma der Aorta abdominalis

2.2.2.1 Definition

Ein Aneurysma ist eine umschriebene Gefäßerweiterung, also eine Dilatation des Gefäßes¹. Dabei definiert man die Zunahme des Durchmessers des betroffenen Gefäßes um das mind. 1,5 - fache¹⁶.

Bei der Bauchaorta entspricht das einer Dilatation von mehr als 3 cm¹.

2.2.2.2 Lokalisation und Morphologie

90 - 95% der Aneurysmata der Aorta abdominalis entstehen infrarenal, also unterhalb des Abgangs der Nierenarterien. Häufig reicht die Erweiterung bis zu den Beckenarterien¹⁷. Zusätzlich können die

Nierenarterien mit betroffen sein (juxtarenales Aortenaneurysma), dies trifft in ca. 3 % der Fälle zu. In 2% der Fälle sind auch alle Viszeralarterien miteinbezogen¹.

Nach Allenberg wird das infrarenale Bauchaortenaneurysma, je nach Morphologie, in drei verschiedene Typen eingeteilt¹⁸ (siehe Tabelle 1 und Abbildung 3).

Aneurysmentyp	Lokalisation
Typ I	Infrarenales Aortenaneurysma ohne Einschluss der Bifurkation
Typ IIA	Infrarenales Aortenaneurysma reicht bis an die Bifurkation
Typ IIB	Infrarenales Aortenaneurysma mit Einschluss der Bifurkation
Typ IIC	Infrarenales Aortenaneurysma mit Einbeziehung der A. iliaca communis
Typ III	Jedes infrarenale Aortenaneurysma ohne infrarenalen Hals

Tabelle 1 Klassifikation des infrarenalen Aortenaneurysmas nach Allenberg

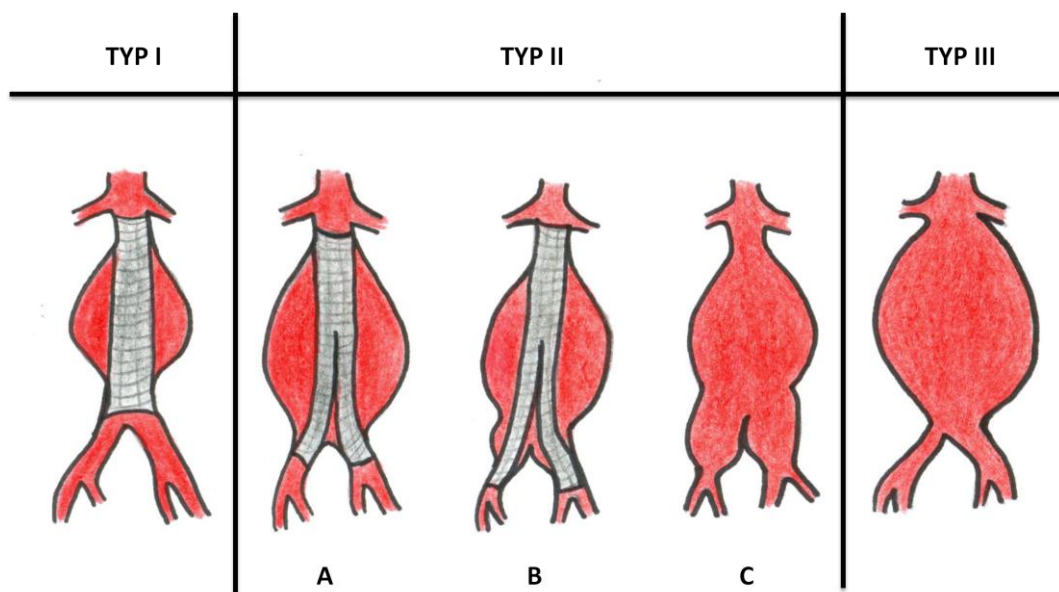


Abbildung 3 Klassifikation des infrarenalen Aortenaneurysmas nach Allenberg

Man unterscheidet verschiedene Formen des Aneurysmas, je nachdem welche Wandschichten des Gefäßes betroffen sind (siehe Abbildung 4).

- Das *Aneurysma spurium* wird auch als falsches Aneurysma bezeichnet. Hier entsteht durch einen Gefäßwanddefekt eine perivaskuläre Höhle, die sich mit Blut füllt (**A**).

- Ein Einriss der Intima, welcher zur Folge hat, dass das Blut in die Media eintritt, wird als *Aneurysma dissecans* bezeichnet. Es entsteht ein zusätzliches Lumen zwischen den Schichten **(B)**.
- Wenn alle drei Wandschichten betroffen sind, spricht man von einem *Aneurysma verum*, also einem echten Aneurysma **(C)** ^{16,19}

Morphologisch werden spindelförmige (*Aneurysma fusiforme*), sackförmige (*Aneurysma sacculare*) und inflammatorische Aneurysmata, welche meist eine Verdickung der Wand zeigen, unterschieden^{1,16}.

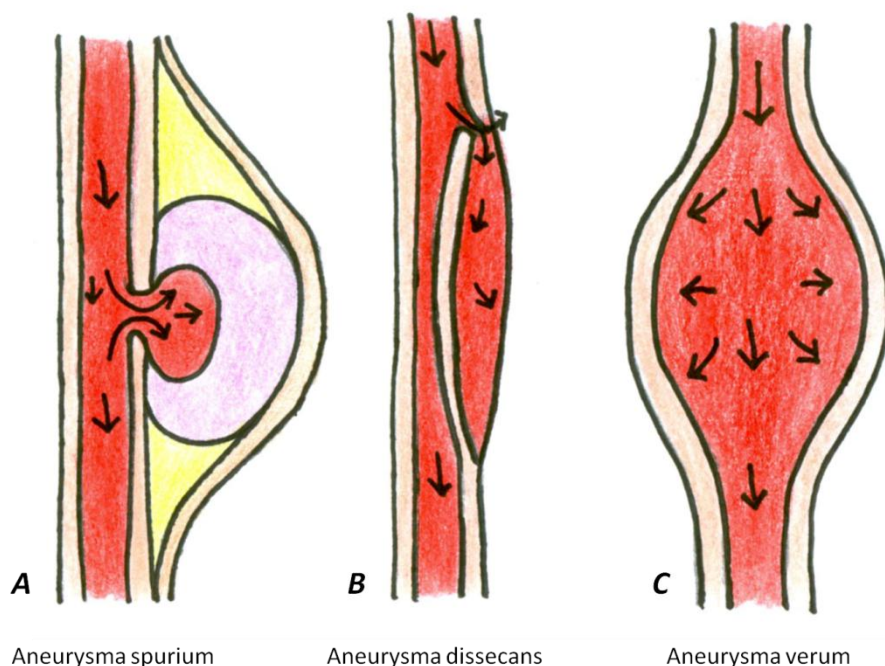


Abbildung 4 Die verschiedenen Formen des Aneurysmas

2.2.2 3 Pathophysiologie und Ätiologie

Als Hauptursache der Entstehung eines Aneurysmas wird die Arteriosklerose gesehen, die durch die vermehrte Ablagerung von Cholesterin an der Gefäßwand charakterisiert wird²⁰ (siehe Abbildung 5). Zusätzlich werden degenerative Veränderungen des Kollagens und Elastins in der Gefäßwand beobachtet^{8,17,21,22}. Seltener sind es bakterielle Infektionen, die zur Entstehung sogenannter mykotischer Aneurysmata führen. Poststenotische Ursachen, genetische Defekte, wie das Marfan- oder Ehlers-Danlos-Syndrom, als auch Vaskulitiden (z. B. Takayasu Ateriitis), können in seltenen Fällen Ursache eines Aneurysmas sein^{16,19}.

Als Hauptrisikofaktoren werden Nikotinabusus, ein Alter über 65 Jahren und das männliche Geschlecht angesehen. Weitere Risikofaktoren sind koronare Herzkrankheiten, COPD, eine positive Familienanamnese und die zerebrovaskuläre Insuffizienz^{1,21,22}.

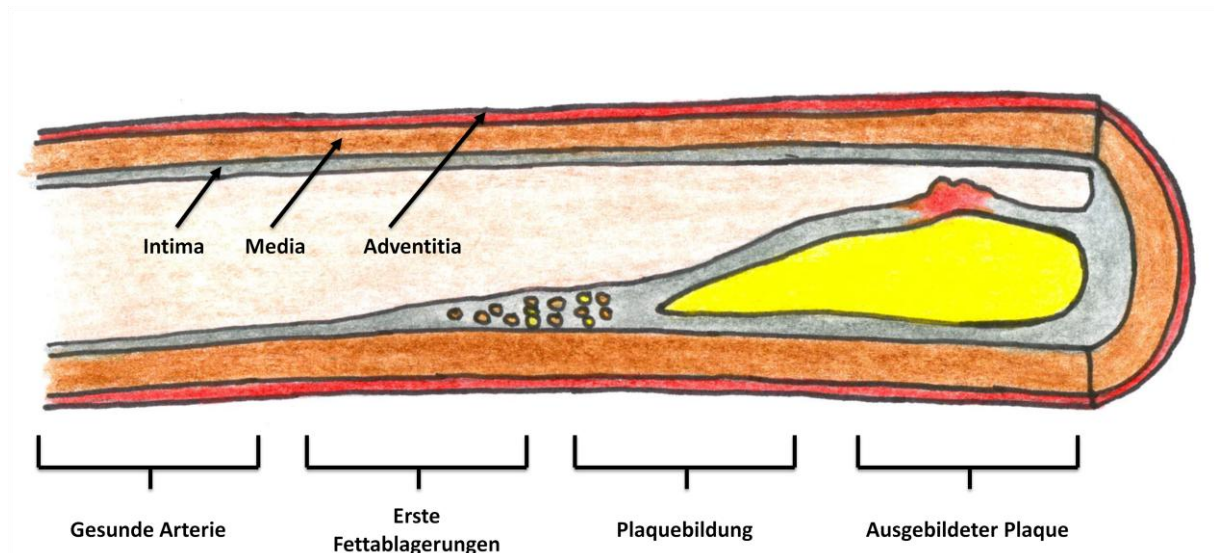


Abbildung 5 Pathophysiologie eines arteriosklerotischen Plaques

2.2.2 4 Klinik

Klinisch werden verschiedene Formen des Aneurysmas unterschieden, die unterschiedliche Anforderungen an Behandlungsnotwendigkeit und Versorgung stellen.

Man unterscheidet nicht rupturierte und rupturierte Aneurysmen voneinander, wobei sich das nicht rupturierte sowohl asymptomatisch als auch symptomatisch darstellen kann¹.

Das asymptomatische Bauchaortenaneurysma ist meist ein Zufallsbefund bei Routineuntersuchungen. Es zeigt sich als pulsierende Resistenz im Rahmen der körperlichen Untersuchung, welche durch Ultraschall oder CT-Diagnostik weiter visualisiert werden kann. Das symptomatische Aneurysma zeigt sich klinisch durch abdominelle, Rücken- oder Flankenschmerzen. Neurologische Beschwerden, wie Kraftdefizite und Hypästhesien als auch nephrologische Syndrome, wie die Stauungsniere und Niereninsuffizienz, können bei Voranschreiten der Erkrankung ausgelöst werden^{1,16,19}. Beim rupturierten Aneurysma unterscheidet man zwischen einem gedeckt rupturierten Aneurysma, welches nach retroperitoneal blutet, und einem frei rupturierten, welches in die intraperitoneale Bauchhöhle blutet. Das gedeckt rupturierte Aneurysma zeigt sich symptomatisch durch starke, dauerhaft pulsierende Schmerzen im Abdomen-, Flanken- und Rückenbereich. Der Schmerz beginnt plötzlich. Die freie Ruptur führt im Gegensatz dazu schon zu Beginn zu einem

plötzlichen Kreislaufversagen. Leitsymptome sind Zeichen eines Schockes, wie Blässe, Tachykardie und Hypotonie.^{1,16}.

Das Rupturrisiko ist abhängig vom Durchmesser des Aneurysmas und liegt laut der Leitlinie der deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie bei einem Aneurysmadurchmesser von 4,0 bis 4,9 cm bei 3% pro Jahr, bei 5 bis 5,9 cm bei 10% pro Jahr, bei 6,0 bis 6,9 bei 15% pro Jahr und bei über 7 cm Durchmesser bei über 60% pro Jahr. Die Wachstumsrate eines Aneurysmas beträgt durchschnittlich 0,3 bis 0,4 cm pro Jahr, kann individuell jedoch sehr unterschiedlich sein. Auch die Wachstumsrate beeinflusst die Rupturgefahr. So ist bei einem Wachstum unter 0,3 cm pro Jahr die Rupturgefahr eher gering, bei einem Wachstum von 0,5 cm pro Jahr eher mittelmäßig und bei einem Wachstum von über 0,5 cm als hoch anzusehen. Zusätzlich neigen fusiforme Aneurysmen seltener zu Rupturen als sacculäre Aneurysmen¹.

2.2.2.5 Diagnostik

Oft kann ein abdominelles Bauchaortenaneurysma bereits durch Inspektion und Palpation im Rahmen der klinischen Untersuchung erkannt werden. Im nächsten Schritt sollte eine Ultraschalldiagnostik erfolgen. Hierbei liegen Sensitivität und Spezifität bei über 90% zur Diagnostik eines infrarenalen Aneurysmas. Wenn das Aneurysma auch auf andere Arterien übergreift, Nierenarterien, Arteria mesenterica oder den Truncus coeliacus, ist die Diagnostik mit dem Ultraschall bereits bedeutend schwieriger¹. Die Sonografie ist daher vor allem zum Screening sowie zur Verlaufskontrolle geeignet, da keine Strahlenbelastung für den Patienten entsteht. Die Computertomografie (CT) dient als Goldstandard zur Diagnostik des Aneurysmas. Es zeigt sich hier deutlich als rundliche Struktur mit verkalkter Peripherie. Randständige Thrombosierungen werden nach Kontrastmittelgabe deutlich sichtbar¹⁶. Das CT kann zur genauen OP-Planung verwendet werden, da es genau darstellen kann, welche Gefäße vom Aneurysma mit betroffen sind und ob anatomische Anomalien vorliegen. Auch die Frage einer Ruptur kann durch die Aufnahme beantwortet werden. Die Magnetresonanztomografie (MRT) kann das Aneurysma mit 100%iger Sicherheit darstellen, exakte Längen- und Durchmesserbestimmungen sind jedoch nicht möglich¹. Die Angiografie kann die Aneurysmagröße nur indirekt zeigen und wird zur Planung von komplizierten endovaskulären Eingriffen verwendet oder bei Verdacht auf pAVK und/oder Nierenarterienstenosen genutzt^{1,16,17}.

2.2.2.6 Therapie

Ziel der Therapie ist es, die Rupturgefahr sowie die seltenere Embolisation des Aneurysmas zu minimieren^{1,17}. Die Behandlungsindikation ist demnach von der Wachstumsrate, dem Aneurysmadurchmesser und spezifischen Patientenfaktoren abhängig. So ist bei Frauen die Rupturgefahr höher als bei Männern. Weitere Risikofaktoren einer Ruptur sind eine positive Familienanamnese, Hypertonie, Nikotinabusus und COPD^{1,16}. Das individuelle Rupturrisiko muss gegen das patientenindividuelle Operationsrisiko abgewogen werden¹.

Bei asymptomatischen Aneurysmen ist eine Verlaufskontrolle zu empfehlen, je nach Wachstumstendenz und bestehender Größe sollte das Recallintervall engmaschig¹⁶ gewählt werden. Wichtig ist auch eine Minimierung der Risikofaktoren, z. B. durch Nikotinkarenz und eine optimale Blutdruckeinstellung des Patienten.

Ein symptomatisches Aneurysma bedarf einer frühzeitigen Behandlung innerhalb von 24 Stunden, eine sorgfältige OP Vorbereitung sollte erfolgen. Das rupturierte Aneurysma stellt grundsätzlich eine Notfallsituation dar und muss unverzüglich operativ behandelt werden¹.

Hierfür stehen zwei Behandlungsverfahren zur Verfügung: Die offene Operation (OAR) und die endovaskuläre Versorgung (EVAR)^{1,16}

Keine der beiden Verfahren zeigte in Studien²³ eine Überlegenheit, was die Behandlung nicht rupturierter Aneurysmen im Rahmen elektiver Eingriffe angeht. Bei rupturierten Aneurysmen zählt die operative Versorgung je nach Expertise des Gefäßzentrums als Standardverfahren^{1,17}.

Operative Therapie:

Ziel ist es, das Bauchaortenaneurysma durch eine Rohrprothese oder Bifurkationsprothese (Y-Prothese) zu ersetzen. Der Patient wird dabei auf dem Rücken gelagert und ein transabdomineller Zugang mit einer medianen, durch die günstigeren Sichtverhältnisse meist bevorzugt, oder queren Laparotomie geschaffen. Nach Freilegung des Aneurysmas, Darstellung des Aneurysmahalses und des distalen Endes werden die beiden Enden abgeklemmt und der Aneurysmasack eröffnet (siehe Abbildung 6 und 7). Das thrombotische Material wird ausgeschält. Je nach Ausdehnung wird nun eine Rohr- oder Y-Prothese, meist aus Dacron, als Gefäßersatz gewählt und durch proximale und distale Anastomosen befestigt. Schließlich wird die Prothese durch den Aneurysmasack eingehüllt (siehe Abbildung 8, 9 und 10). Nach der Implantation werden die Bauchschichten wieder schichtweise miteinander vernäht¹⁷.

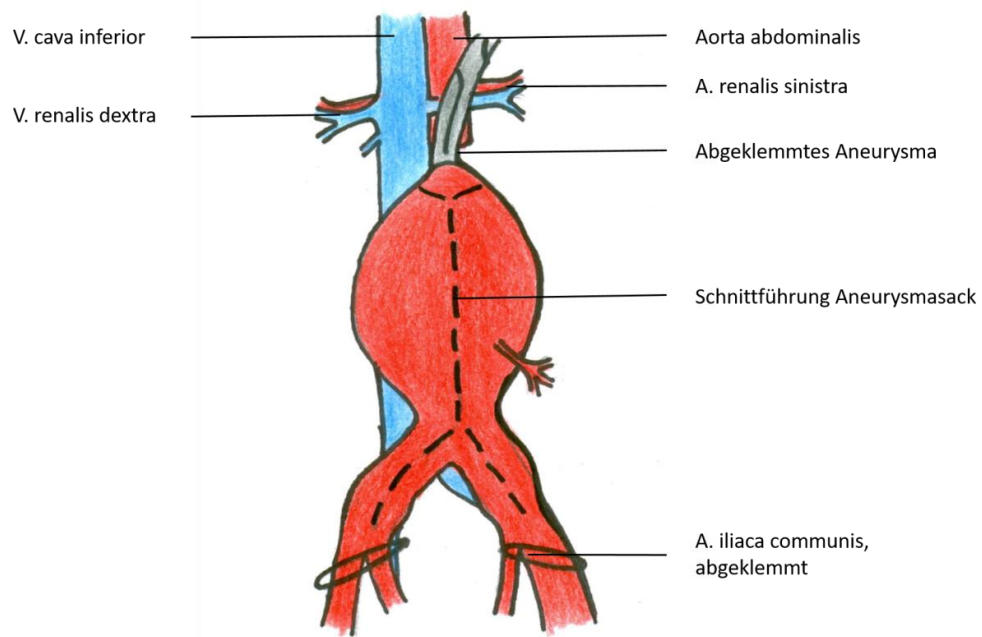


Abbildung 6 Schnittführung bei operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas

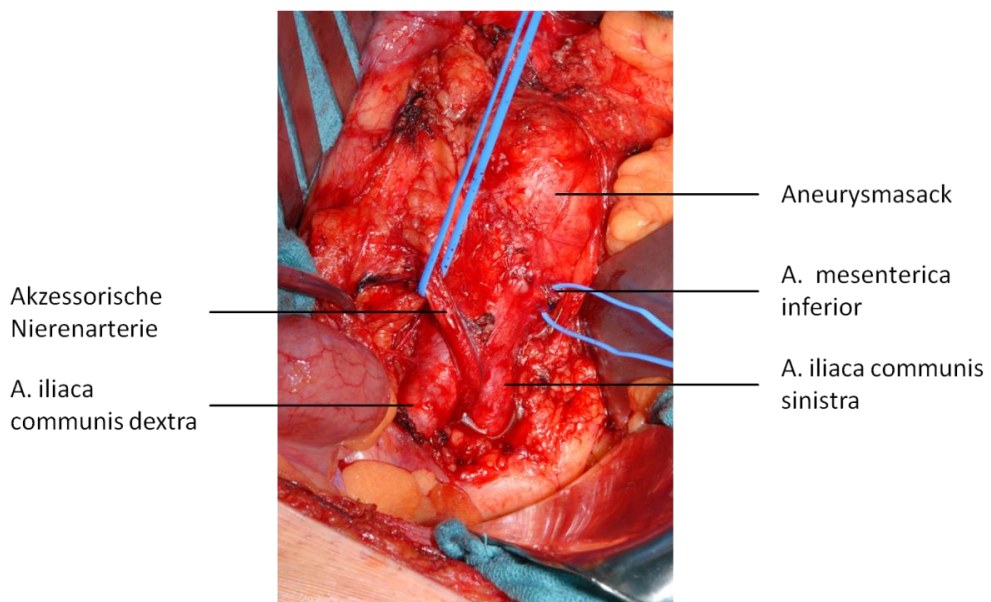


Abbildung 7 Intraoperatives Bild eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas

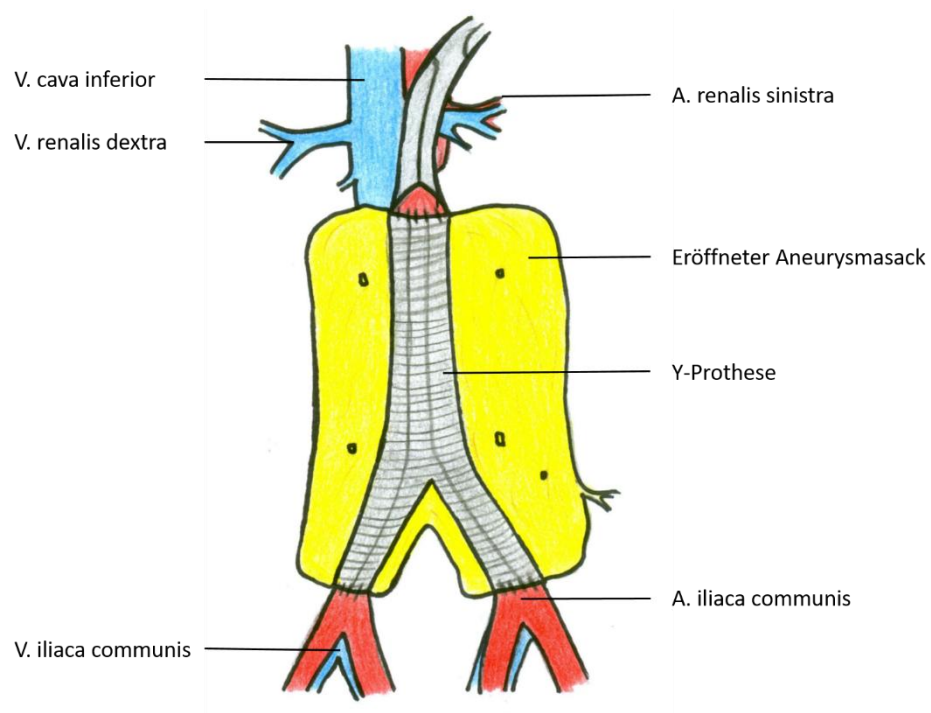


Abbildung 8 Operationssitus nach Implantation einer Y-Prothese bei operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas

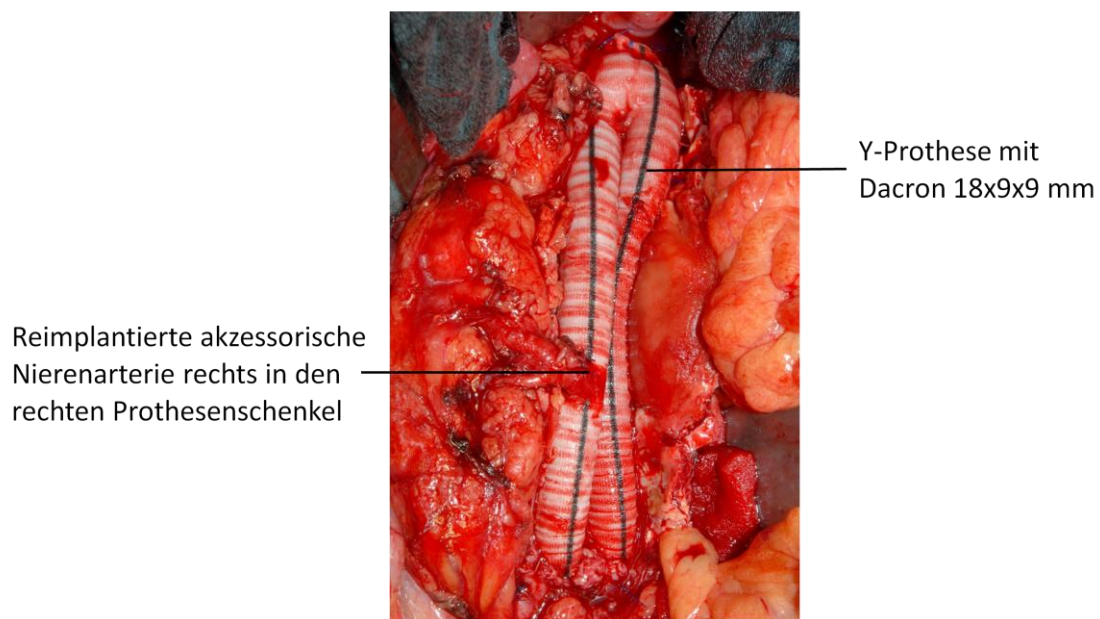


Abbildung 9 Intraoperatives Bild nach operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas mittels Y-Prothese



Abbildung 10 Intraoperatives Bild nach operativer Versorgung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas mittels Silberrohrprothese

2.3 Hernien

2.3.1 Anatomie der Bauchwand

Die Bauchwand umschließt die Bauch- und Beckenhöhle. Sie erstreckt sich somit von den seitlichen und vorderen Rippenbögen bis zur Symphyse, Crista iliaca und dem Ligamentum inguinale. Die Begrenzung des Bauchraumes stellen Diaphragma, das knöcherne Becken, die hinteren Bauchmuskeln mit Wirbelsäule und Rückenmuskulatur, als auch die seitlichen und vorderen Bauchmuskeln dar.²⁴ Wir finden somit sowohl muskuläre als auch knöcherne Begrenzungen²⁵.

Die Bauchmuskeln werden gemäß ihrer Lage in vordere, seitliche und hintere Bauchmuskeln eingeteilt.

- **Vordere Bauchmuskeln**

Musculus rectus abdominis: Sein Ursprung setzt sich aus dem Processus xiphoideus des Sternums und den Knorpeln der 5. bis 7. Rippe zusammen²⁵. Er wird durch drei *Intersectiones tendineae* unterteilt.

- **Seitliche Bauchmuskeln**

Musculus obliquus externus abdominis: Er entspringt an den Außenflächen der Rippen 5 bis 12 und setzt an der Crista iliaca, am vorderen Blatt der Rektusscheide und der Linea alba an.

Musculus obliquus internus abdominis: Seine Fasern verlaufen diagonal zu denen des *Musculus obliquus externus*. Sein Ursprung hat er an der Crista iliaca, der Spina iliaca und der lateralen Hälfte des Ligamentum inguinale. Sein Ansatz sind die unteren Ränder der 10. bis 12. Rippen, das vordere und hintere Blatt der Rektusscheide und die Linea alba.

Musculus transversus abdominis: Er verläuft überwiegend horizontal und entspringt an den Innenflächen der Rippenknorpel 7 bis 12, an der Crista iliaca und Spina iliaca, sowie am lateralen Teil des Ligamentum Inguinale. Sein Ansatz ist das hintere Blatt der Rektusscheide und die Linea alba²⁵.

- **Hintere Bauchmuskeln**

Musculus quadratus lumborum: Er entspringt der Crista iliaca und findet seinen Ansatz an der 12. Rippe sowie an den Rippenfortsätzen des 1. bis 4. Lendenwirbels. Er bildet zusammen mit dem *M. psoas major* eine Nische, das Nierenlager²⁴. Hier liegen die Nieren mit ihrer Fettkapsel. Der *Musculus psoas major* verbindet sich mit dem *Musculus iliacus* und setzt gemeinsam mit ihm am Trochanter minor des Oberschenkels an.

Zusammen erfüllen die verschiedenen Bauchmuskeln die Aufgabe der Stabilisation und Entlastung der Wirbelsäule, führen zur Verspannung der Bauchwand, ermöglichen die Bewegung des Rumpfes und des Beckens und unterstützen die Atmung²⁵.

Zusätzlich durchziehen verschiedene Bindegewebsstrukturen die Bauchmuskeln. So entsteht in der Medianlinie die Linea alba. Sie besteht aus einem verdichteten, longitudinal verlaufenden Sehnenstreifen, der sich vom Processus xiphoideus des Sternums bis zu Symphyse erstreckt. In der Mitte der Linea alba befindet sich der Nabel (Umbilicus). Er stellt eine Öffnung der Bauchdecke dar und ist ein Residuum der Fetalzeit, in der er über Nabelgefäße die Verbindung zur Plazenta sicherte. An dieser Stelle ist die Cutis ohne subkutanes Fettgewebe mit der Linea alba verbunden. Von außen sichtbar formt sich hier die Nabelgrube²⁴.

Vier bis sechs Zentimeter oberhalb und unterhalb des Bauchnabels bilden die Aponeurosen der seitlichen Bauchmuskeln zu beiden Seiten der Linea alba einen fibrösen Schlauch, die Rektusscheide. Die Aponeurosen umhüllen somit die Muskelbäuche des M. rectus abdominis und verhindern das Auseinanderweichen der Musculi recti nach lateral (siehe Abbildung 11)²⁴.

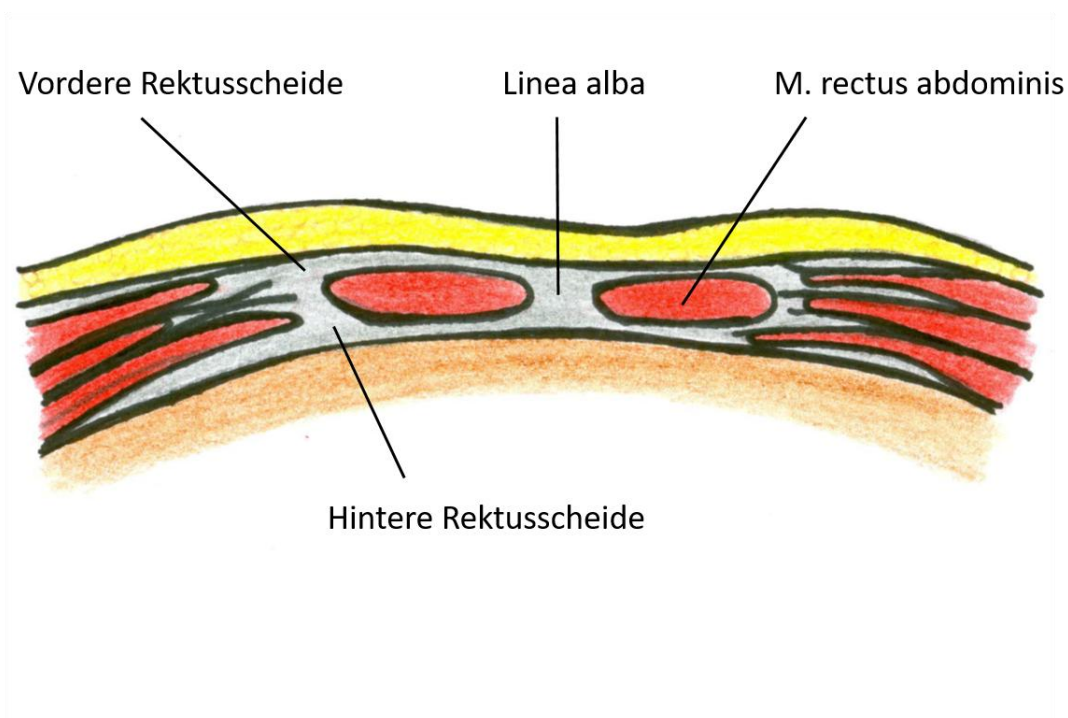


Abbildung 11 Anatomie der ventralen Bauchwand

2.3.2 Pathophysiologie Rektusdiastase

Eine Rektusdiastase bezeichnet das pathologische Auseinanderweichen der Musculi recti infolge einer Schwächung und Verdünnung der Linea alba^{24,26}. Klinisch wird eine Vorwölbung sichtbar oder tastbar, sobald die Bauchmuskeln angespannt werden⁷. In axialen CT-Aufnahmen ist das Auseinanderweichen der Rektusbäuche deutlich sichtbar. Abhängig vom Alter der Patienten definiert A. Rath eine Rektusdiastase durch den Abstand der Muskelbäuche des Musculus rectus abdominis wie folgt:

Unter 45 Jahren: oberhalb des Bauchnabels ab 10 mm, in Höhe des Bauchnabels 27 mm und unterhalb des Bauchnabels 9 mm

Über 45 Jahren: oberhalb des Bauchnabels ab 15 mm, in Höhe des Bauchnabels 27 mm und unterhalb 14 mm.²⁷

Ursache einer solchen Bindegewebsschwäche ist eine chronische Überlastung, welche zu strukturellen und metabolischen Veränderungen der Myozyten führt²⁸, beispielsweise im Rahmen einer Schwangerschaft²⁶. Ebenso spielt eine genetische Disposition bezüglich eines veränderten Kollagenstoffwechsels eine entscheidende Rolle bei der Entstehung einer solchen Bauchwandpathologie^{7,9,29}. Die Therapie erfolgt meist konservativ durch Verordnung von Bauchmuskeltraining oder das Tragen eines Korsetts. Nur in seltenen Fällen wird eine operative Versorgung mittels Netzimplantation empfohlen¹¹.

2.3.3 Pathophysiologie der Hernientstehung

2.3.3.1 Definition und Einteilung der Hernien

Als Hernie wird eine krankhafte Lücke der Bauchwand definiert¹⁰. Sie besteht aus der Bruchpforte, dem Bruchsack und dem Bruchinhalt (siehe Abbildung 12)¹¹. Man unterscheidet zwischen asymptomatischen Hernien, die keinerlei Beschwerden oder Schmerzen hervorrufen, und symptomatischen Hernien. Desweiteren kann eine nicht reponierbare Hernie definiert werden, bei der der Bruchinhalt eingeklemmt ist und nicht in die Bauchhöhle zurückgedrückt werden kann. Man spricht dabei auch von einer Inkarzeration^{10,11}. Das Bild einer strangulierten Hernie kann außerdem zu einer Durchblutungsstörung des eingeklemmten Bruchsackinhaltes führen¹⁰.

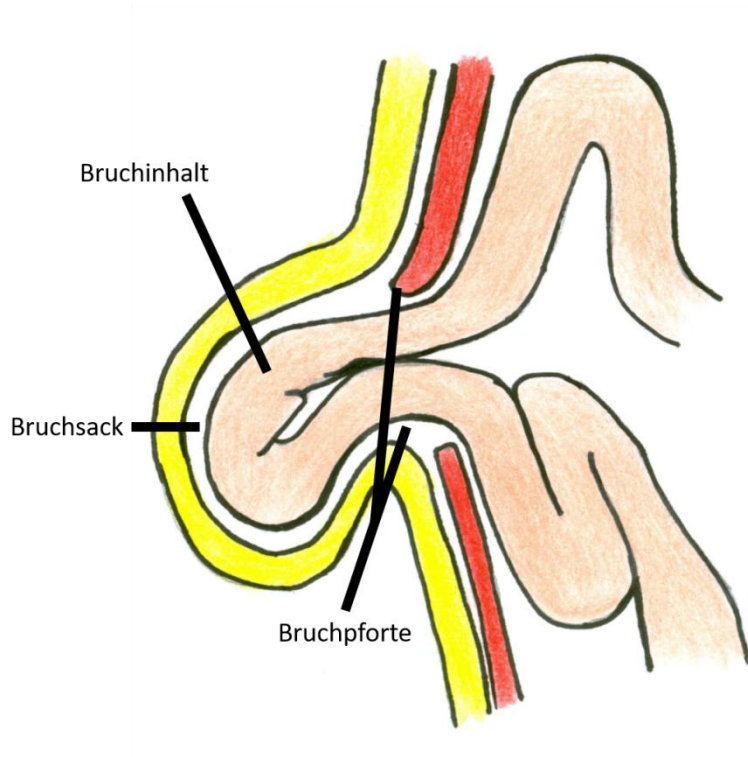


Abbildung 12 Aufbau einer Bauchwandhernie

Zu den Risikofaktoren der Hernienentstehung zählen Kollagenstoffwechselstörungen, Nikotinabusus, eine positive Hernienanamnese in der Familie, das abdominelle Aortenaneurysma, Aszites, Leberzirrhose, COPD, körperliche Schwerstarbeit über Jahre, erhöhter Bauchinnendruck und ein nicht verschlossener Processus vaginalis³⁰.

Die Einteilung der Hernien kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Nach der Beschaffenheit des Bruchsackes wird die komplette Hernie von der Gleithernie und der Darmwandhernie unterschieden. Die komplette Hernie zeichnet sich dadurch aus, dass der Bruchinhalt von allen Seiten durch das viszerale Blatt des Peritoneums überzogen ist¹¹. Bei der Gleithernie ist das betroffene Organ Teil der Bruchsackwand. Unter einer Darmwandhernie, auch Richterhernie genannt, versteht man die Einklemmung von Teilen der Darmwand in einer Peritonealausstülpung¹¹.

Eine andere Möglichkeit der Einteilung ergibt sich durch die Lokalisation der Hernie. Hier wird zwischen einer äußeren Hernie und einer inneren Hernie unterschieden. Bei einer äußeren Hernie entsteht das Bild einer Ausstülpung des Peritoneums durch die Bauchwand. Bei einer inneren Hernie liegt der Bruch intraabdominell, z.B. im Rahmen einer Zwerchfellhernie¹¹.

Desweiteren wird zwischen angeborenen Hernien, die durch einen von Geburt an bestehenden Defekt zustande kommen, und erworbenen Hernien unterschieden.³⁰

Unter anderem gibt es verschiedene spezielle Hernien, wie die Leistenhernie, die durch einen partiell oder komplett offenen *Processus vaginalis peritonei* angeboren oder erworben sein kann, oder die Schenkelhernien, die durch einen Bruchsack unterhalb des Leistenbandes in Erscheinung tritt^{11,16}.

2.3.3.2 Entstehung von Narbenhernien

Die Narbenhernie zählt zu den häufigsten postoperativen Komplikationen nach laparotomischen Eingriffen³⁰ und entsteht meist Monate oder Jahre nach dem Eingriff³⁰.

Die Pathogenese der Narbenhernie wird als multifaktorielles Geschehen gesehen, welches zu einer Bindegewebserkrankung führt^{10,30}. Die Einflussfaktoren können dabei in chirurgisch-technische und in patientenabhängige Faktoren gruppiert werden. Unter chirurgisch-technischen Parametern werden Einflussfaktoren wie Schnittführung, Nahtmaterial und Nahttechnik genannt. Hier wurde bereits in zahlreichen Studien versucht prophylaktische Ansätze perioperativ zu finden, um einer Narbenhernienentstehung vorzubeugen³⁰. Zwar finden sich mehrere Hinweise auf prophylaktisch wirksame perioperative Maßnahmen, aber evidenzbasierte Ergebnisse konnten noch nicht nachgewiesen werden³⁰.

Die postoperative Hernienentstehung wird ebenso von patientenabhängigen Faktoren bestimmt. Eine bedeutende Rolle wird der individuellen Wundheilungskapazität zugeschrieben, die durch Grunderkrankungen oder Begleiterkrankungen stark beeinflusst wird³⁰. Für die Entstehung einer stabilen Narbe ist das Verhältnis von Typ-I-Kollagen zu Typ-III-Kollagen im Reparaturgewebe entscheidend^{10,30}. Typ-I-Kollagen gilt dabei als zugfester und mechanisch stabiler Bestandteil beim Prozess der Wundheilung, im Gegensatz zu Typ-III-Kollagen, das in der frühen Heilungsphase synthetisiert wird und eine instabilere Komponente darstellt³⁰. Ein höherer Anteil des Typ-III-Kollagen wird daher als Zeichen einer Bindegewebsschwäche angesehen und führt zu einer instabileren Narbenbildung mit einem erhöhten Risiko für die Hernienentstehung^{10,30}. Desweiteren können sich lokale Wundinfektionen nach einer Operation auf den Heilungsprozess auswirken³⁰. Auch Begleiterkrankungen können relevanten Einfluss auf die Entstehung von Narbenhernien nehmen, Risikofaktoren sind dabei Adipositas, Diabetes mellitus oder Anämien³⁰.

2.3.3.3 Therapie der Hernien

Als Therapie hat sich das Netzverfahren gegenüber dem Nahtverfahren in Studien bewährt.³⁰ Durch die Verwendung von Kunststoffnetzen wurden die Rezidivraten drastisch gesenkt¹⁰. Hierbei werden verschiedene Techniken unterschieden:

Mit der **Onlay-Technik** wird das Netz epifaszial implantiert, bei der **Inlay-Technik** in den Fasziendefekt genäht³⁰. Außerdem gibt es noch die **Sublay-Technik**. Diese wird nach dem aktuellen Wissenstand als Goldstandart zur Versorgung von Narbenhernien angesehen^{10,11,30}. Das Netz wird dabei hinter dem M. rectus abdominis platziert und führt zu den geringsten Rezidivraten³⁰. Als Material werden leichtgewichtige, dünne Polypropylenetze empfohlen (siehe Abbildung 13)^{11,30}.

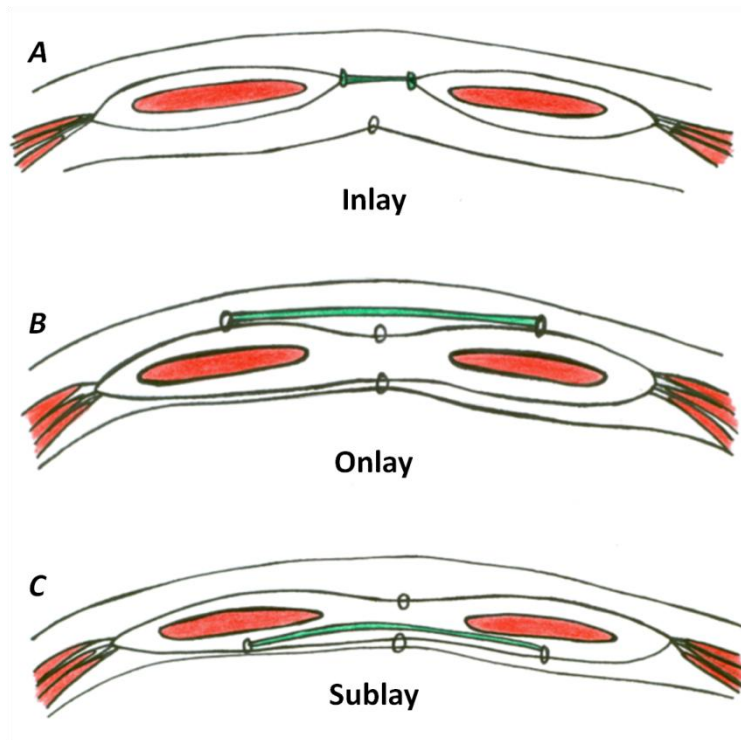


Abbildung 13 verschiedene Techniken der Netzimplantation zur Hernientherapie

2.4 Pathophysiologischer Zusammenhang beider Krankheiten

In mehreren Studien wurde bereits der Zusammenhang zwischen Bauchaortenaneurysmen und Hernien untersucht, besonders im Hinblick auf eine beiden Krankheiten zugrundeliegende Bindegewebsschwäche.

So betrachtete G.A Antoniou *et al.* in seinem Review die klinischen, biochemischen und genetischen Zusammenhänge beider Erkrankungen⁸. Analysen der Pathogenetik und Biologie zeigten eine Störung des Bindegewebsmetabolismus, sowohl bei Bauchaortenaneurysmata als auch bei Bauchwandhernien.

Das Aneurysma resultiert aus einem langwierigen, chronischen Prozess, bestehend aus einer Elastindegeneration^{31,32}, verbunden mit einem veränderten Kollagenauf- und -abbau³³. Zusätzlich spielt ein Ungleichgewicht von Metallmatrixproteasen und deren Inhibitoren eine Rolle³⁴. Makrophagen und Lymphozyten rufen schließlich eine Entzündungsreaktion hervor und begünstigen die Degeneration der Aortenwand^{35,36}.

Die Hernienentstehung wird erheblich durch exogene und endogene Faktoren beeinflusst⁸. Hier kommt es ebenso zu einer Störung des Bindegewebsmetabolismus, welche ein verschobenes Verhältnis zwischen Typ-I-Kollagen und Typ-III-Kollagen verursacht³⁷. Zusätzlich zeigt sich, wie auch bei den Bauchaortenaneurysmen, ein Ungleichgewicht zwischen Metallmatrixproteinasen und deren Inhibitoren³⁴.

2.5 Fragestellung und Konzept der vorliegenden Arbeit

In der vorliegenden Arbeit untersuchten wir alle Patienten, die zwischen dem Zeitraum vom 01.08.2001 bis 01.08.2011 in der Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie der Universitätsklinik des Saarlandes in Homburg/Saar aufgrund eines Bauchaortenaneurysmas offen operativ versorgt wurden, und bewerteten epidemiologische Eigenschaften, werteten bereits präoperativ existierende CT-Aufnahmen im Hinblick auf Rektusdiastasen aus und verglichen diese mit der postoperativen Inzidenz von Hernien.

Fragestellung:

- 1) Wird das Risiko der postoperativen Hernienentstehung nach operativer Versorgung eines Bauchaortenaneurysmas durch das präoperative Vorhandensein einer Rektusdiastase erhöht?
- 2) Inwieweit beeinflussen Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen und Aneurysmadurchmesser die Inzidenz der postoperativen Hernienentstehung?

3. Material und Methoden

3.1 Einführung

Die vorliegende retrospektive Studie betrachtete alle Patienten, die im Zeitraum vom 01.08.2001 bis 01.08.2011 in der „Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie“ des Universitätsklinikums des Saarlandes mittels einer Bauchaortenprothese versorgt wurden (n=526). Es wurden sowohl elektive Eingriffe als auch Notfalleingriffe in die Studie aufgenommen, sowohl Männer als auch Frauen. Die Altersbreite der Patienten erstreckte sich zwischen 36 und 94 Jahren.

3.2. Datenrecherche

3.2.1 Chirurgische Datenrecherche

Alle 526 Patienten wurden zuerst nach Art der Erkrankung eingeteilt, die zur Implantation der Bauchaortenprothese führte. 57 Patienten wurden im Rahmen einer stenotischen Grunderkrankung operiert, 8 Patienten aufgrund postoperativer Komplikationen nach bereits stattgefundener Laparotomie. Diese 65 Patienten wurden nicht mehr weiter betrachtet und aus der Wertung genommen. 461 Patienten wurden wegen einer dilatatorischen Gefäßerkrankung behandelt, davon litten 17 Patienten an einem Aneurysma in den Iliacalgefäßen. 444 Patienten wurden aufgrund eines Bauchaortenaneurysmas operiert. Auf diese 444 Patienten beschränkte sich somit die Auswertung der Studie (Tabelle 2).

Danach erfolgte die Auswertung der Krankenblätter mittels *SPSS*, die von allen Patienten im Archiv der Universität Homburg zur Verfügung stehen. Sowohl die präoperative Anamnese, der OP Bericht, sämtliche Berichte über Verlaufskontrollen als auch Arztbriefe wurden recherchiert und anhand von Excel Tabellen unter Betrachtung verschiedenster Diagnosen und Begleiterkrankungen erfasst (Tabelle 3).

Zusätzlich erfolgte eine telefonische Befragung aller Patienten, um den postoperativen Verlauf mit Spätkomplikationen beurteilen zu können. Insbesondere eine postoperative Hernienentstehung wurde erfragt, soweit diesbezüglich noch keine Verlaufskontrollen in der Uniklinik Homburg erfolgten. Alle im Krankenhaus verstorbenen Patienten sowie solche, die nicht mehr unter der bekannten Adresse oder über den angegebenen Hausarzt zu erreichen waren, wurden aus der

Auswertung genommen. Schließlich standen 308 Patienten zur Auswertung der postoperativen Hernienentstehung zur Verfügung.

526 Patienten wurden im Zeitraum August 2001-2011 operativ mit einer Bauchaortenprothese versorgt

- **57 Patienten wurden aufgrund einer arteriosklerotischen Grunderkrankung operiert**
- **8 Patienten waren bereits voroperiert und die Indikation zur erneuten Operation stellte eine postoperative Komplikation dar**
 - 3 Patienten litten unter einer postoperativen Lymphfistel bei Zustand nach einer Prothesenimplantation
 - 2 Patienten hatten eine chronische Protheseninfektion entwickelt
 - 1 Patient erlitt eine Aortendissektion
 - 1 Patient ein Endoleak Typ I nach Implantation eines Aortenstents aufgrund eines Bauchaortenaneurysmas
 - 1 Patient litt an einer instabilen Claudicatio intermittens bei Aortenbifurkationssyndrom und Z. n. komplizierter biliacaler Stenteinlage
- **461 Patienten wurden auf Grund einer dilatatorischen Gefäßerkrankung operiert**
 - **17 Patienten litten unter einem Aneurysma in den Iliacalgefäßen**

444 Patienten litten an einem Bauchaortenaneurysma

Tabelle 2 Patientenkollektiv

Patientenspezifische Parameter präoperativ

Alter

Geschlecht

Diabetes Mellitus

Arterielle Hypertonie (RR >140 / 90 mmHg)³⁹

Adipositas (BMI > 30kg/m²)⁴⁰

Lungenerkrankungen wie COPD

Bekannter Nikotinabusus

Bauchwandhernie präoperativ

Perioperative Parameter

OP Dauer (Schnitt-Naht-Zeit)

Elektiver Eingriff oder rupturiertes Bauchaortenaneurysma

Rohrprothese oder Y-Prothese

Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas

Intrahospitaler Todesfall (Patient während perioperativem Krankenhausaufenthalt verstorben)

Patientenspezifische Parameter postoperativ

Narbenhernie postoperativ

Poststationärer Todesfall (Patient bis zum Zeitpunkt der Datenerhebung verstorben)

Tabelle 3 Prä-, peri- und postoperative, patientenspezifische Parameter, welche im Rahmen der chirurgischen Datenerfassung ermittelt wurden

3.2.2 Radiologische Datenrecherche

Der zweite Teil der retrospektiven Studie besteht aus der radiologischen Auswertung von präoperativ mittels Philips Brilliance 64 Computertomographen angefertigten CT-Aufnahmen der Aneurysmapatienten. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe des Oberarztes der „Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie“, Dr. med. Alexander Maßmann. Es wurden digital vorhandene Aufnahmen herangezogen, die über das Programm RIS i4.2 Plus im Netzwerk des Universitätsklinikums Homburg zur Verfügung standen. Damit ergaben sich 78 Patienten.

Im Rahmen der CT-Auswertung wurde das letzte präoperativ entstandene CT des Patienten betrachtet. Der Mittelwert der Zeitspanne zwischen CT-Aufnahme und OP lag bei 36 Tagen präoperativ. Die längste Zeitspanne, die zwischen Aufnahme des CTs und der OP lag, waren 1,2 Jahre, die kürzeste bei einem Tag. Die Standardabweichung lag bei 71 Tagen.

Es wurden jeweils die axiale Serie „WF 5mm“ zur Betrachtung gewählt. Die Auswertung erfolgte auf verschiedenen Messhöhen. Dazu wurde der Bauchnabel des Patienten in der CT-Aufnahme als fixer Referenzpunkt festgelegt und die Schichten jeweils 2 cm oberhalb, 2 cm unterhalb, 5 cm oberhalb und 5 cm unterhalb des Nabels zur Auswertung herangezogen. Auf allen 4 Messhöhen wurde der Abstand der beiden Muskelbäuche des Musculus rectus abdominis gemessen, einmal auf direktem Weg und einmal entlang des konvexen Verlaufes bei einer Vorwölbung der Linea alba. Um die Vorwölbung so exakt wie möglich ermitteln zu können, wurden entlang dieser Wölbung die Strecke eines idealisierten Kreisbogens und zusätzlich der größte Abstand zur direkten Verbindungslinie der beiden Bäuche gemessen, dieser wurde als Radius bezeichnet (siehe Abbildung 16 und 17). Bestand keine Vorwölbung der Linea alba, waren beide Messungen identisch (siehe Abbildung 14 und 15) und der Radius wurde mit 0 beziffert.

Waren in der präoperativen CT-Aufnahme bereits Hernien zu entdecken, wurden diese notiert und der Durchmesser der Bruchpforte gemessen.

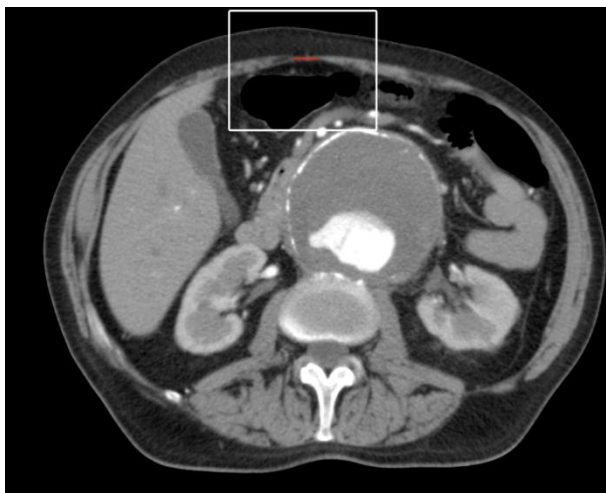


Abbildung 14 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche ohne Rektusdiastase, Übersicht

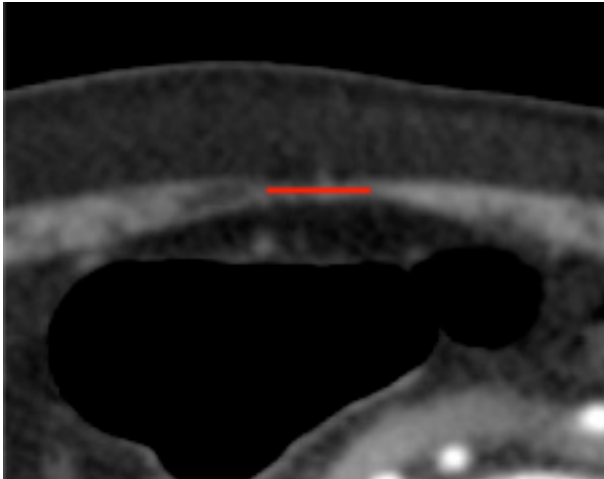


Abbildung 15 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche ohne Rektusdiastase, Detailansicht

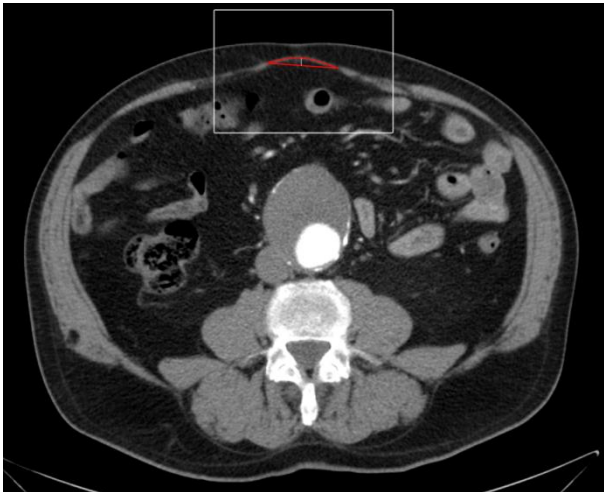


Abbildung 16 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche bei Rektusdiastase, Übersicht

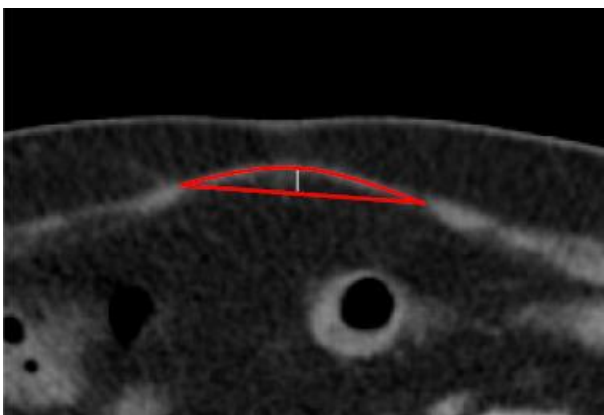


Abbildung 17 CT-Messung des Abstandes der Muskelbäuche bei Rektusdiastase, Detailansicht

3.3. Statistische Auswertung

Alle Daten wurden in Microsoft Excel 2013 erfasst, deskriptiv aufbereitet und nachfolgend mit Hilfe des Statistikprogramms JMP Pro12.01 weiterführend analysiert. Die Auswertung der Daten erfolgte in Zusammenarbeit mit Sebastian Biehl, Diplom Wirtschaftsingenieur, Doktorand und Forschungsassistent am Institut für Technologiemanagement der Universität St. Gallen.

Zur deskriptiven Auswertung der Daten wurden in Excel übliche graphische Darstellungsformen, wie Kreis- und Balkendiagramme, verwendet und die gängigen Lageparameter, wie beispielsweise das untere und obere Quartil sowie der Median, zur Beschreibung der jeweiligen Verteilungen berechnet.

Zur tieferen Analyse der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Variablen wurden die Daten in das Statistikprogramm JMP Pro 12.01 überführt. Dort wurden verschiedene Korrelationsanalysen und statistische Signifikanztests durchgeführt, um die formulierten Thesen zu testen. Sowohl zum Signifikanzniveau 0.01 als auch zum relaxierten Signifikanzniveau 0.05 wurden statistische Tests durchgeführt.

Details zu einzelnen statistischen Analysen befinden sich vor den jeweiligen Fragestellungen und statistischen Auswertungen.

4. Ergebnisse

4.1 Beschreibende Analyse des Patientenkollektivs

4.1.1 Eingriffsart

Die nachfolgende Abbildung zeigt die absoluten Häufigkeiten der Verteilung zwischen elektiven Eingriffen (*Abdominales Bauchaortenaneurysma, elektiv, AAE*) und Eingriffen aufgrund eines rupturierten Aneurysmas (*Abdominales Bauchaortenaneurysma, rupturiert, AAR*).

Von dem ursprünglichen Patientenkollektiv wurden 444 Patienten aufgrund eines Bauchaortenaneurysmas operiert: Bei 331 Patienten war der Eingriff eine geplante, elektive Operation (*Aortenaneurysma elektiv, AAE*). 113 Patienten wurden wegen eines rupturierten Aneurysmas in die Klinik eingeliefert und notfallmäßig operiert (*Aortenaneurysma rupturiert, AAR*).

Das entspricht 74,5 % elektiver Eingriffe und 25,5 % Notfalleingriffe des Patientenkollektivs.

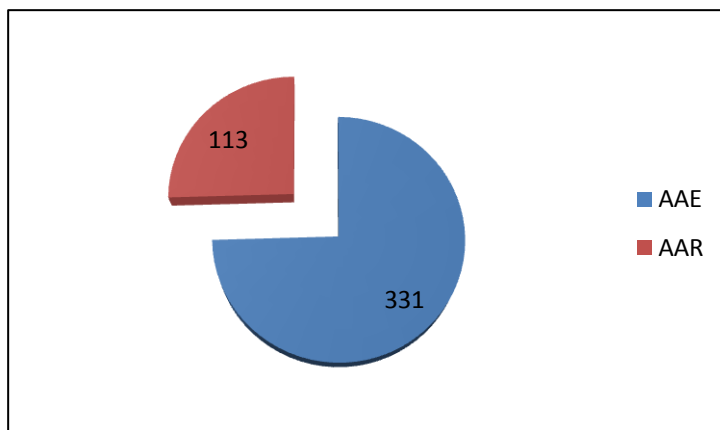


Abbildung 18 Eingriffsart, elektive – oder Notfalloperation (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert)

4.1.2 Geschlecht und Inzidenz des Bauchaortenaneurysmas

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die absoluten und relativen Häufigkeiten der Verteilung der Patienten zwischen Männern (M) und Frauen (W). Auch hier wurde wieder zwischen elektiven (AAE) und rupturierten Eingriffen (AAR) unterschieden.



Abbildung 19 Geschlecht und Auftreten Aneurysma, aufgeteilt nach Eingriffsart (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, M=Männer, W=Frauen)

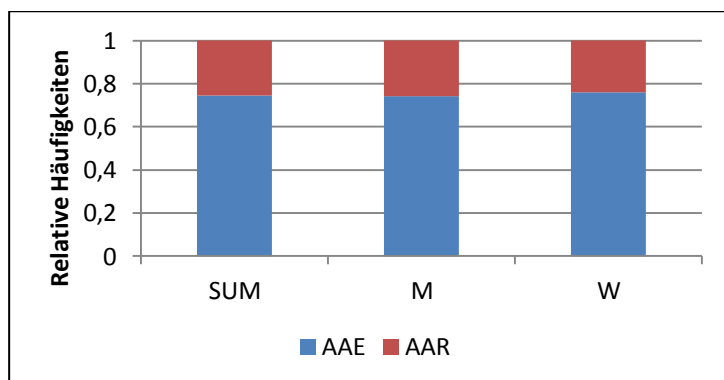


Abbildung 20 Geschlecht und Auftreten Aneurysma, aufgeteilt nach Geschlecht (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, M=Männer, W=Frauen, SUM= Summe)

	Elektive OP	Notfalloperation	Gesamt
Männer	290	100	390
Frauen	41	13	54
Gesamt	331	113	444

Tabelle 4 Inzidenz des Bauchaortenaneurysmas aufgeteilt nach Geschlecht und Eingriffsart

Insgesamt waren 390 Patienten männlich und 54 Patienten weiblich. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von 87,8 % männlicher Patienten und 12,2% weiblicher Patienten.

Die Verteilung elektiver Patienteneingriffe und Notfalloperationen zwischen Männern und Frauen gestaltet sich folgendermaßen: Von den 331 elektiv behandelten Patienten (AAE) waren 290 Männer (M) und 41 Frauen (W), von den 113 Notfallpatienten (AAR) waren 100 männlich (M) und 13 weiblich (W). Dies bedeutet, dass ca. 75 % der Männer (74,6%) als auch der Frauen (75,9%) elektiv operiert wurden und im Schnitt 25% jeweils eine Notfalloperation darstellten (Frauen 24,1%, Männer 25,4%).

4.1.3. Alter und Inzidenz des Bauchaortenaneurysmas

Die nachfolgende Abbildung und die dazu gehörende Tabelle zeigen die absolute Verteilung der Patienten in den unterschiedlichen Altersklassen.

Die Altersklassen wurden in Anlehnung an die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie gewählt, die das Alter über 65 Jahren als *major risk factor* eines Aneurysma definieren¹.

Altersklasse 1 (AK1): ≤ 0-39 Jahre

Altersklasse 2 (AK2): 40-64 Jahre

Altersklasse 3 (AK3): 65-79 Jahre

Altersklasse 4 (AK4): ≥ 80 Jahre

Auch hier wurden die elektiven Eingriffe (AAE) wieder von den notfallmäßig operierten, rupturierten Aneurysmen unterschieden (AAR).

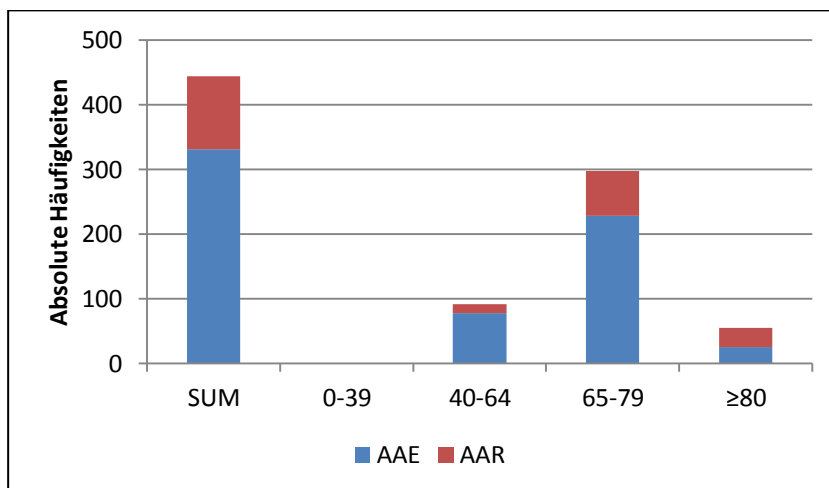


Abbildung 21 Alter und Auftreten Aneurysma (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, SUM= Summe)

	Elektive OP	Notfalloperation	Gesamt
0-39	0	0	0
40-64	78	14	92
65-79	228	69	297
≥80	25	30	55
Gesamt	331	113	444

Tabelle 5 Alter und Auftreten Aneurysma

Unter 40 Jahren wurde kein Patient operiert. In der Altersgruppe 40-64 Jahren unterzogen sich 78 Patienten einem elektiven Eingriff, 14 Patienten wurden in einer Notfalloperation an einem rupturierten Aneurysma behandelt. In der Altersgruppe 65-79 Jahren wurden 228 Patienten an einem Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, 69 Patienten aufgrund eines rupturierten Aneurysmas. Im Alter über 80 Jahren unterzogen sich 25 Patienten einem elektiven Eingriff, 30 hingegen einer Notfalloperation. Die Analyse der Lageparameter ergab für das arithmetische Mittel des OP-Alters sowie für den Median jeweils 77 Jahre. Das untere Quartil (25%-Quantil) betrug 66 Jahre, das obere Quartil (75%-Quantil) betrug 76 Jahre. Der jüngste Patient war 41 Jahre, der älteste war 94 Jahre alt.

4.1.4 Mortalität

Die nachfolgende Abbildung zeigt, bei wie vielen Patienten ein intrahospitaler Todesfall vorlag, also wie viele bereits während des Aufenthaltes im Krankenhaus verstorben sind (*intraMort*), ebenso wie viele Patienten bei der postoperativen Befragung noch am Leben waren (*Vital*) und wie viele zwar die OP überstanden haben, aber nach Entlassung aus dem Krankenhaus verstarben (*postMort*). Hier wurden nur die Patienten mit in die Statistik einbezogen, bei denen genaue Informationen postoperativ vorlagen. Die Gesamtzahl reduzierte sich hierbei auf 396 Patienten.

Die Aufteilung erfolgte auch hier wieder in elektive Eingriffe (AAE) und rupturierte Aneurysmen (AAR).

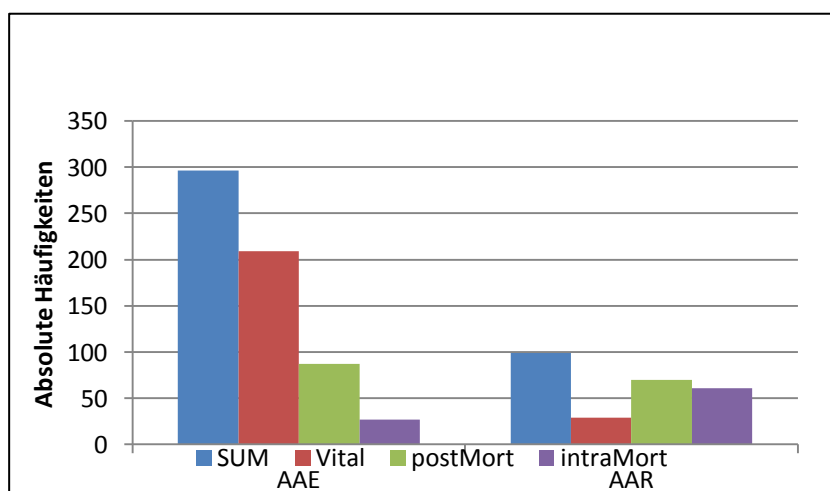


Abbildung 22 Mortalitäten (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, SUM= Summe, vital= Pat. bei Befragung am Leben, postMort= Pat. nach der Krankenhausaufenthaltes verstorben, intraMort= Pat. verstarb während des Krankenhausaufenthaltes)

	Gesamt	Vital	postMort	intraMort
Elektive OP	296	209	87	27
Notfalloperation	99	29	70	61
Gesamt	396	239	157	88

Tabelle 6 Mortalitäten (vital=Pat. bei Befragung am Leben, postMort=Pat. nach der Krankenhausentlassung verstorben, intraMort= Pat. verstarb während des Krankenhausaufenthaltes)

Bei den elektiven Eingriffen lagen uns bei 296 Patienten postoperative Informationen vor. Hier waren 209 Patienten bei unserer Befragung am Leben, 87 waren bis zu diesem Zeitpunkt bereits verstorben. 27 Patienten verstarben bereits beim elektiven Eingriff intrahospital. Das ergab eine intrahospitale Sterberate von 9%.

Von 99 Notfallpatienten lebten 29 Patienten bei der postoperativen Befragung, 70 waren zwischenzeitlich verstorben und 61 verstarben schon während des Krankenhausaufenthaltes. Das ergab mit 62% eine fast 7-fach höhere Sterberate unter den Notfallpatienten perioperativ, verglichen mit den elektiv versorgten Patienten.

4.1.5 Begleiterkrankungen

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die absoluten und die relativen Verteilungen der Begleiterkrankungen zwischen den Patienten.

Alle 444 Patienten, wieder unterteilt in elektive (AAE) als auch Notfallpatienten (AAR), wurden anhand ihrer Anamnese auf Begleiterkrankungen untersucht. Diabetes mellitus (D), art. Hypertonie (H), Adipositas (A), Lungenerkrankungen (L) und Nikotinabusus (N) wurden erfasst und zwischen Männern (M) und Frauen (W) verglichen.

Bei der Analyse waren aufgrund von Multimorbiditäten Mehrfachnennungen möglich, das heißt, dass Patienten auch an mehreren Begleiterkrankungen gleichzeitig litten. Die Summierung der einzelnen Erkrankungen kann daher nicht mit der Summe des Patientenkollektivs verglichen werden.

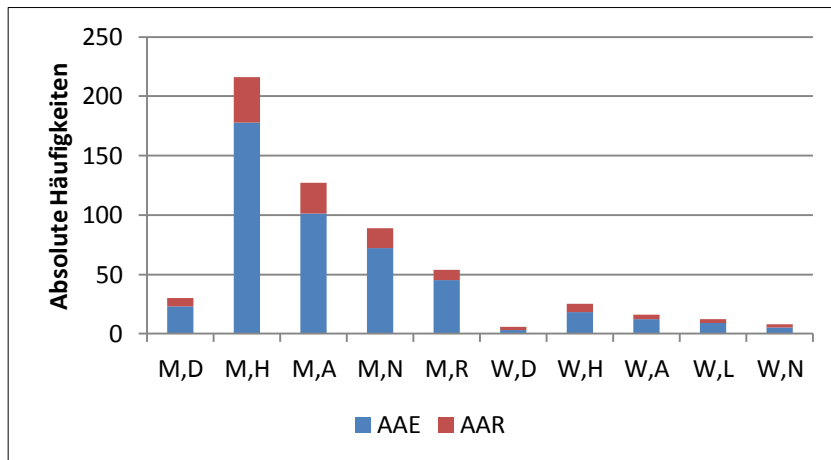


Abbildung 23 Begleiterkrankungen, absolute Häufigkeiten (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, M= Männer, W= Frauen, D= Diabetes mellitus, H= art. Hypertonie, L= Lungenerkrank. , N= Nikotinabusus)

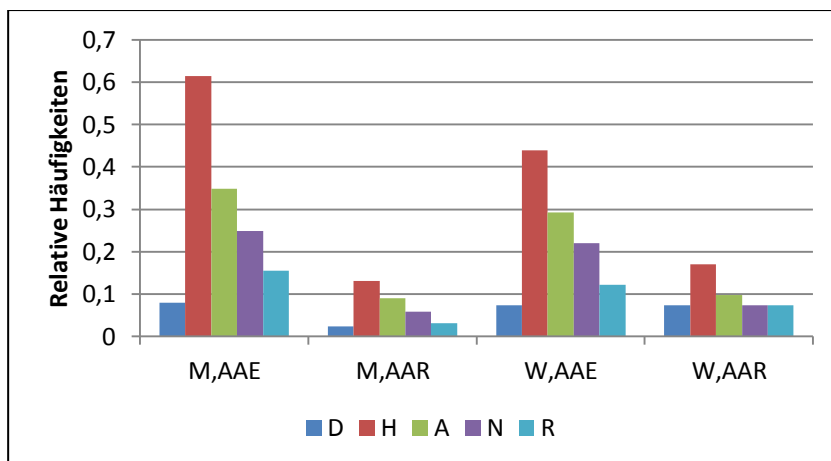


Abbildung 24 Begleiterkrankungen, relative Häufigkeiten (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, M= Männer, W= Frauen, D= Diabetes mellitus, H= art. Hypertonie, L= Lungenerkrank. , N= Nikotinabusus)

	Elektive OP	Notfalloperation	Gesamt
Männlich, Diabetes	23	7	30
Männlich, Hypertonie	178	38	216
Männlich, Adipositas	101	26	127
Männlich, Lungenerkrankungen	72	17	89
Männlich, Nikotinabusus	45	9	54
Weiblich, Diabetes	3	3	6
Weiblich, Hypertonie	18	7	25
Weiblich, Adipositas	12	4	16
Weiblich, Lungenerkrankungen	9	3	12
Weiblich, Nikotinabusus	5	3	8

Tabelle 7 Begleiterkrankungen (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, SUM=Summe, M= Männer, W= Frauen, D= Diabetes mellitus, H= art. Hypertonie, L= Lungenerkrank., N= Nikotinabusus)

Von den männlichen Patienten, die elektiv operiert wurden, litten 23 an Diabetes mellitus, 178 an art. Hypertonie, 101 an Adipositas, 72 an Lungenerkrankungen und 45 Patienten gaben an, Raucher zu sein. Von männlichen Notfallpatienten litten 7 an Diabetes mellitus, 38 an art. Hypertonie, 26 an Adipositas, 17 an Lungenerkrankungen und 9 Patienten an Nikotinabusus.

Bei den Frauen litten 3 an Diabetes mellitus, 18 an art. Hypertonie, 12 an Adipositas, 9 an Lungenerkrankungen und 5 an Nikotinabusus, die elektiv operiert wurden. Von den weiblichen Notfallpatienten litten 3 an Diabetes mellitus, 7 an art. Hypertonie, 4 an Adipositas, 3 an Lungenerkrankungen und 3 an Nikotinabusus.

4.1.6 Zeitpunkt der Hernienentstehung

Die nachfolgende Abbildung und Tabelle zeigen eine Analyse der absoluten Häufigkeiten der Hernienentstehung. Hierbei wurden alle Patienten, die bereits im Krankenhaus verstorben sind, bei denen keine Nachuntersuchung in der Klinik erfolgte oder die über die angegebene Adresse und Hausarzt nicht mehr erreicht wurden, aus der Auswertung genommen. Es standen somit 308 Patienten zur Verfügung. Vier Möglichkeiten werden unterschieden:

- der Patient litt unter keiner Hernien (kH)
- der Patient entwickelte postoperativ eine Hernie (postH)
- der Patient hatte bereits vor der Versorgung mittels Aortenprothese eine Hernie (anteH)
- der Patient hatte vor der Operation eine Hernie und entwickelt postoperativ wieder eine Hernie (anpH)

Auch hier wurde unter elektiven Eingriffen (AAE) und Notfalloperationen (AAR) unterschieden.

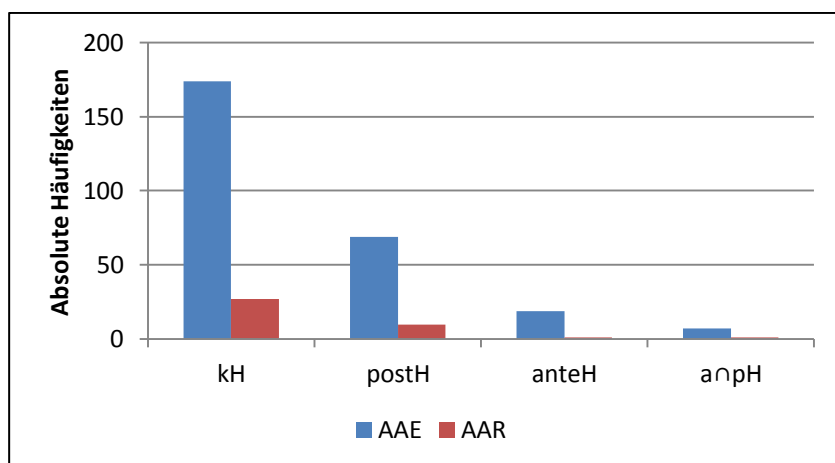


Abbildung 25 Zeitpunkt der Hernienentstehung (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, kH= keine Hernie, postH= Pat. litt nach der OP an einer Hernie, anteH= Pat. litt vor der OP an einer Hernie, anpH= Pat. litt vor und nach der OP an einer Hernie)

	Elektive OP	Notfalloperation	Gesamt
Keine Hernie	174	27	201
Postoperative Hernie	69	10	79
Präoperative Hernie	19	1	20
Prä- und postoperative Hernie	7	1	8
Gesamt	269	39	308

Tabelle 8 Zeitpunkt der Hernienentstehung

Von 308 operierten Patienten litten insgesamt 201 Aneurysmapatienten (elektive Eingriffe 174, Notfallbehandlung 27) unter keinem Zeitpunkt an einer Hernie. Nach der operativen Versorgung entwickelten 79 Patienten eine Hernie (69 elektiv, 10 rupturiert), 20 Patienten hatten bereits vor der Operation eine Hernie (19 elektiv, 1 rupturiert) und 8 Patienten hatten sowohl vor der Operation eine Hernie als auch danach (7 elektiv, 1 rupturiert).

4.1.7 Prothesenart

Die nachfolgende Abbildung zeigt die absolute Häufigkeit der Rohrprothesenimplantation (R) und der Implantation einer Y-Prothese (Y) innerhalb des Patientenkollektivs. Auch hier wurde zwischen elektiven Eingriffen (AAE) und Notfalloperationen (AAR) unterschieden.

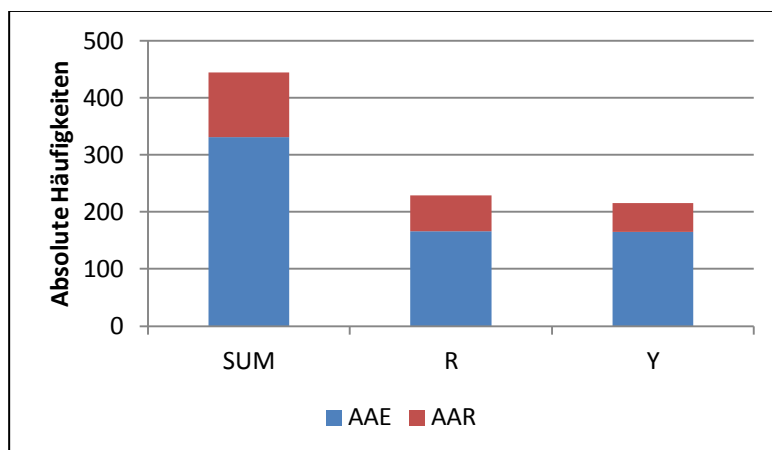


Abbildung 26 Prothesenart (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert SUM= Summe, R= Rohrprothese, Y= Y-Prothese)

	Elektive OP	Notfalloperation	Gesamt
Rohrprothese	166	63	229
Y-Prothese	165	50	215
Gesamt	331	113	444

Tabelle 9 Prothesenart

Von den 444 Patienten bekamen 229 Patienten eine Rohrprothese (R) und 215 Patienten eine Y-Prothese (Y) implantiert. 166 der Rohrprothesen wurden bei elektiv operierten Patienten gesetzt und

63 in Notfalloperationen. Die Y-Prothese wurde 165-mal bei einem elektiven Eingriff verwendet und 50-mal bei einem rupturierten Aneurysma.

4.1.8 OP-Dauer, Prothesenart und intrahospitale Sterberate

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die absoluten Verteilungen der OP-Dauer, Prothesenart und der intrahospitalen Sterberate (intraMort).

Von allen Operationen wurde die OP-Dauer (entspricht der reinen Schnitt-Naht-Zeit, entnommen aus dem jeweiligen OP-Bericht) gemittelt und Zeitintervalle so gewählt, dass in jedem 25% der statistische Masse verteilt ist. Es ergaben sich folgende OP-Zeitintervalle:

- bis 2:14h (Werte bis unteres Quartil, Quartil selbst nicht inkludiert)
- 2:14 bis 2:47h (Werte zwischen unterem Quartil und Median, Median nicht inkludiert)
- 2:47 bis 3:27h (Werte zwischen Median und oberem Quartil, oberes Quartil nicht inkludiert)
- ab 3:27h (Werte oberhalb oberes Quartil, oberes Quartil inkludiert)

Die Aufteilung erfolgte für Rohr- (R) als auch für Y-Prothesen (Y) getrennt.

Betrachtet wurde, ob der elektive Eingriff (AAE) oder die Notfalloperation (AAR) erfolgreich verlief (*vital*) oder der Patient während der OP bzw. seines Krankenhausaufenthaltes verstarb (intrahospitaler Todesfall, *intraMort*).

4.1.8.1 Rohrprothesenimplantation

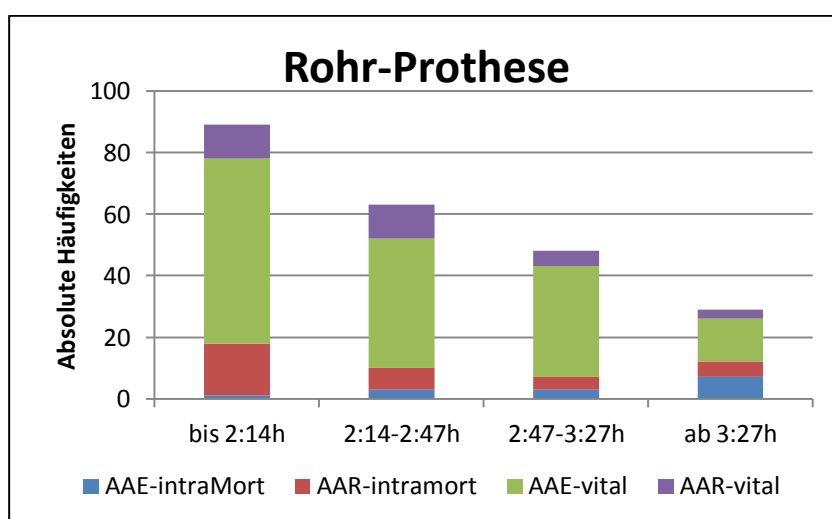


Abbildung 27 Rohrprothesenimplantation und intrahospitale Sterberate nach Operationsdauer eingeteilt (AAE-intramort= elektive OP mit intrahospitalem Todesfall, AAR-intramort= Notfalloperation mit intrahospitalem Todesfall, AAE-vital= elektive Operation erfolgreich, AAR-vital= Notfalloperation erfolgreich)

	Elektive OP intrahospitaler Todesfall	Notfalloperation intrahospitaler Todesfall	Elektive OP erfolgreich	Notfalloperation erfolgreich
Bis 2:14 h	1	17	60	11
2:14 bis 2:47 h	3	7	42	11
2:47-3:27 h	3	4	36	5
Ab 3:27 h	7	5	14	3

Tabelle 10 Rohrprothesenimplantation und intrahospitaler Sterberate nach Operationsdauer eingeteilt

Bei elektiven Eingriffen verstarb 1 Patient bei einer OP-Dauer bis 2:14h, 3 Patienten bei einer OP-Dauer von 2:14 bis 2:47h, 3 Patienten bei einer OP-Dauer von 2:47 bis 3:27h und 7 Patienten bei einer OP-Dauer über 3:27h.

Im Rahmen der Notfalloperationen verstarben 17 Patienten bei einer OP-Dauer bis 2:14h, 7 Patienten bei einer OP-Dauer von 2:14h bis 2:47h, 4 Patienten bei einer OP-Dauer von 2:47h bis 3:27h und 5 Patienten bei einer OP-Dauer über 3:27h.

4.1.8.2 Y-Prothesenimplantation

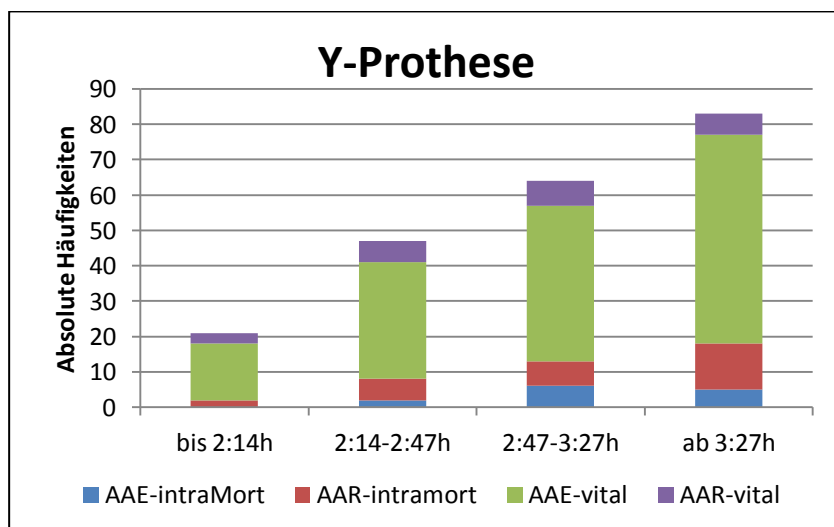


Abbildung 28 Y-Prothesenimplantation und intrahospitaler Sterberate nach Operationsdauer eingeteilt (AAE-intramort= elektive OP mit intrahospitaler Todesfall, AAR intramort= Notfalloperation mit intrahospitaler Todesfall, AAE vital= elektive Operation erfolgreich, AAR-vital= Notfalloperation erfolgreich)

	Elektive OP intrahospitaler Todesfall	Notfalloperation intrahospitaler Todesfall	Elektive OP erfolgreich	Notfalloperation erfolgreich
Bis 2:14 h	0	2	16	3
2:14 bis 2:47 h	2	6	33	6
2:47-3:27 h	6	7	44	7
Ab 3:27 h	5	13	59	6

Tabelle 11 Y-Prothesenimplantation und intrahospitaler Sterberate nach Operationsdauer eingeteilt

Bei den elektiven Eingriffen verstarb bei einer OP-Dauer bis 2:14h kein Patient, 2 Patienten verstarben bei einer OP-Dauer von 2:14 bis 2:47h, 6 Patienten bei einer OP-Dauer von 2:47 bis 3:27h und 5 Patienten bei einer OP-Dauer über 3:27h.

In den Notfalloperationen verstarben 2 Patienten bei einer OP-Dauer bis 2:14h, 6 Patienten bei einer OP-Dauer von 2:14h bis 2:47h, 7 Patienten bei einer OP-Dauer von 2:47h bis 3:27h und 13 Patienten bei einer OP-Dauer über 3:27h.

4.1.9 Eingriffsart und intrahospitaler Sterberate

Die nachfolgende Abbildung zeigt die relative Sterberate innerhalb des Patientenkollektivs. Es wurde zwischen einem intrahospitalen Todesfall (*intraMort*), bei dem der Patient bereits während der OP oder während seines Krankenhausaufenthalts verstarb, und dem erfolgreichen Ausgang der OP unterschieden, bei dem der Patient erfolgreich entlassen werden konnte (*vital*).

Auch hier wurde zwischen elektiven Eingriffen (AAE) und Notfalloperationen (AAR) unterschieden.

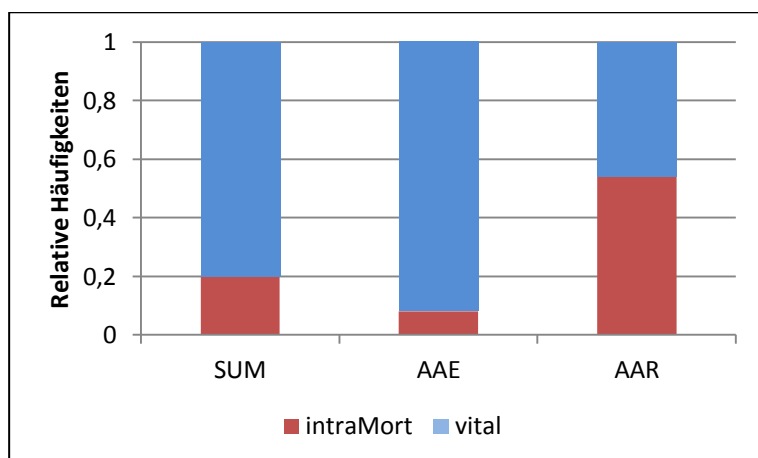


Abbildung 29 Eingriffsart und intrahospitaler Sterberate (AAE= Abdominales Bauchaortenaneurysma elektiv operiert, AAR= Abdominales Bauchaortenaneurysma notfallmäßig operiert, SUM= Summe, intraMort= Pat. verstarb während des Krankenhausaufenthaltes, vital= Pat. wurde erfolgreich entlassen)

	Intrahospitaler Todesfall	Pat. erfolgreich entlassen	Gesamt
Gesamt	88	356	444
Elektive Eingriffe	27	304	331
Notfalloperation	61	52	113

Tabelle 12 Eingriffsart und intrahospitale Sterberate

Insgesamt verstarben von den 331 Patienten, die elektiv behandelt wurden, 27 Patienten (AAE), von den 113 Notfallpatienten (AAR) verstarben 61 Patienten. Somit zeigten 8% der elektiven Eingriffe und 53% der Eingriffe im Rahmen eines rupturierten Aneurysmas einen tödlichen Ausgang.

4.1.10 Durchmesser und Sterberate

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen zeigen die absolute intrahospitale Sterberate (*intraMort*) des Patientenkollektivs im Zusammenhang mit dem Aneurysmadurchmesser. Von insgesamt 295 Patienten war der Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas bekannt. Es erfolgte eine Einteilung des Aneurysmadurchmessers gemäß des Rupturrisikos in Abhängigkeit vom Durchmesser¹.

- 0 bis 4 cm
- 4 bis 5 cm
- 5 bis 6 cm
- 6 bis 7 cm
- ab 7 cm

Hier wurde zwischen Männern (*M*) und Frauen (*W*) unterschieden, eine Unterteilung in elektive Eingriffe und rupturierte Aneurysmen konnte hier nicht vorgenommen werden, da meist keine Durchmesserwerte bei den rupturierten Aneurysmen vorlagen.

4.1.10.1 Auswertung für Männer

Unter den männlichen Patienten lagen insgesamt 262 Messwerte des Aneurysmadurchmessers vor. Die Sterberate noch während der Behandlung im Krankenhaus (*intraMort*) gestaltete sich für die unterschiedlichen Aneurysmadurchmesser wie folgt:

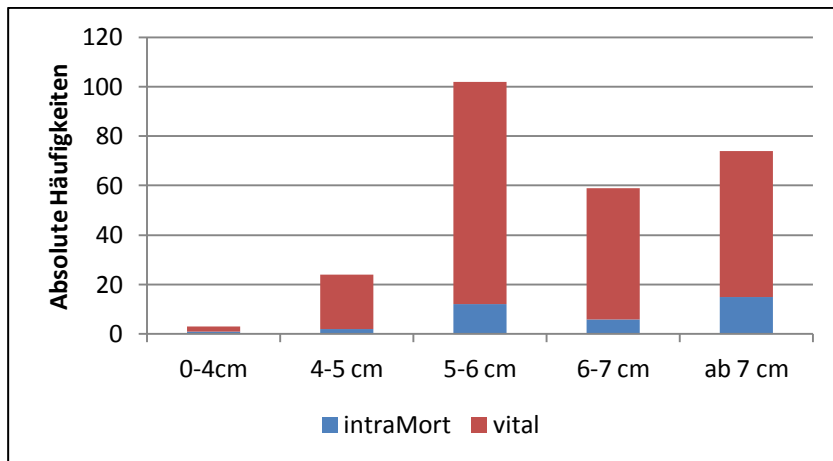


Abbildung 30 Durchmesser und Todesrate- Männer (intraMort= Pat. verstarb während des Krankenhausaufenthaltes, vital = Pat. wurde erfolgreich entlassen)

Durchmesser	Intrahospitaler Todesfall	Pat. erfolgreich entlassen	Gesamt
0-4 cm	1	2	3
4-5 cm	2	22	24
5-6 cm	12	90	102
6-7 cm	6	53	59
ab 7cm	15	59	74
Gesamt	36	226	262

Tabelle 13 Durchmesser und Todesrate- Männer

Bei einem Durchmesser von 0 bis 4 cm verstarb ein Patient, bei einem Durchmesser von 4 bis 5 cm verstarben 2 Patienten, bei einem Durchmesser von 5 bis 6 cm verstarben 12 Patienten , bei einem Durchmesser von 6 bis 7 cm verstarben 6 Patienten und bei einem Durchmesser von über 7 cm verstarben 15 Patienten.

4.1.10.2 Auswertung für Frauen

Unter den weiblichen Patienten lagen insgesamt 33 Messwerte des Aneurysmadurchmessers vor. Die Sterberate noch während der Behandlung im Krankenhaus (*intraMort*) gestaltete sich für die unterschiedlichen Durchmesserklassen wie folgt:

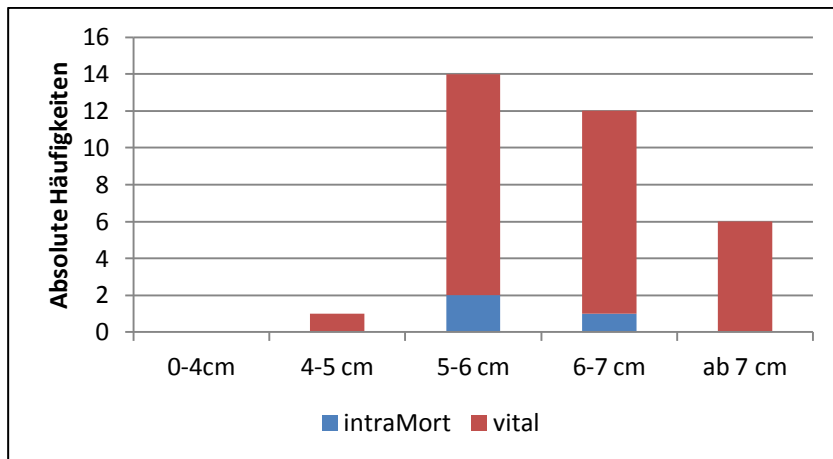


Abbildung 31 Durchmesser und Todesrate- Frauen (intraMort= Pat. verstarb während des Krankenhausaufenthaltes, vital = Pat. wurde erfolgreich entlassen)

Durchmesser	Intrahospitaler Todesfall	Pat. erfolgreich entlassen	Gesamt
0-4 cm	0	0	0
4-5 cm	0	1	1
5-6 cm	2	12	14
6-7 cm	1	11	12
ab 7 cm	0	6	6
Gesamt	3	30	33

Tabelle 14 Durchmesser und Todesrate- Frauen

Bei einem Durchmesser von 0 bis 4 cm verstarb kein Patient, ebenso keiner bei einem Durchmesser von 4 bis 5 cm. Bei einem Durchmesser von 5 bis 6 cm verstarben 2 Patienten, bei einem Durchmesser von 6 bis 7 cm verstarb ein Patient und bei einem Durchmesser von über 7 cm verstarb kein Patient.

4.2. Analyse der Fragestellung

4.2.1. Zusammenhang zwischen Hernienentstehung und präoperativem Vorhandensein einer Rektusdiastase

Um einen Zusammenhang zwischen dem präoperativen Vorhandensein einer Rektusdiastase bei Bauchaortenaneurysmapatienten und dem postoperativen Entstehen einer Narbenhernie zu untersuchen, wurden die präoperativen CT-Aufnahmen der Patienten analysiert.

Es lagen von 76 Patienten präoperative Aufnahmen vor. Alle Messpunkte wurden, wie zuvor beschrieben, aufgenommen. Drei verschiedene anatomische Veränderungen der Linea alba wurden festgelegt, um das Vorhandensein einer Rektusdiastase zu definieren:

1. Rektusdiastase als Vorwölbung der Linea alba im CT, 4 Messhöhen.
2. Rektusdiastase als Vorwölbung der Linea alba im CT, 2 Messhöhen (2 Messpunkte oberhalb und 2 Messpunkte unterhalb des Bauchnabels jeweils zusammen betrachtet).
3. Rektusdiastase definiert über den Abstand der Muskelbäuche des M. rectus abdominis anhand eines in der Literatur vorgeschlagenen Schwellenwertes.

Die unterschiedlichen Analysen werden in den jeweiligen Auswertungen genauer beschrieben.

Zur statistischen Analyse wurden die in MS Excel aufbereiteten Datensätze in das Statistik Programm JMP Pro 12.01 überführt und dort für die jeweiligen Korrelations- und Signifikanztests vorbereitet. Zur Beantwortung der wissenschaftlichen Fragestellung dieser Arbeit wurden statistische Tests formuliert und mit Hilfe der jeweiligen Korrelations- und Signifikanzanalysen durchgeführt.

Die Gültigkeit der Hypothesen wurde zunächst unter der Annahme normal verteilter Zufallsgrößen getestet. Dazu wurden Hypothesentests im ersten Schritt zum Signifikanzniveau 0.01 und in einem zweiten Schritt zu einem relaxierten Signifikanzniveau 0.05 durchgeführt. Um die Gültigkeit der Hypothesen auch unter der Annahme nichtparametrischer Zufallsgrößen zu beurteilen, wurden zusätzlich sowohl der Kendalls τ - und der Spearmans ρ Test angewendet.

4.2.1.1. Rektusdiastase als Vorwölbung der Linea alba im CT, 4 Messhöhen

Es wurden alle Patienten betrachtet, die eine Wölbung im Verlauf der Linea alba im axialen Abdomen-CT zeigten. Die Analyse bezog sich somit auf alle Patienten, die bei der Messung des Abstandes der Muskelbäuche einen Radius-Wert > 0 hatten und bei denen sich die Messung des Abstandes direkt

von der Messung der Vorwölbung unterschied. Dabei wurden alle 4 Messhöhen einzeln betrachtet, also 5 cm oberhalb des Bauchnabels, 2 cm oberhalb des Bauchnabels, 5 cm unterhalb des Bauchnabels und 2 cm unterhalb des Bauchnabels. Die absoluten Zahlen der Radiusmessung wurden in dichotome Nominalskalen transformiert, die eine einfache WAHR / FALSCH Entscheidung bezüglich der Vorwölbung erlaubten, d.h. für Radiuswerte > 0 wurde der Wert 1 vergeben, für Radiuswerte $= 0$ der Wert 0.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Nomenklatur und die zugrundeliegende Verteilungsannahmen:

Bezeichnung	Bedeutung	Verteilung	
NHpost	postoperative Hernienentstehung	nominal, dichotom	0: nein 1: ja
RecDiasRadPlus2	Radius Rektusdiastase Niveau 2 cm oberhalb Bauchnabel	nominal, dichotom	0: Radius =0 1: Radius >0
RecDiasRadPlus5	Radius Rektusdiastase Niveau 5 cm oberhalb Bauchnabel	nominal, dichotom	0: Radius =0 1: Radius >0
RecDiasRadMin2	Radius Rektusdiastase Niveau 2 cm unterhalb Bauchnabel	nominal, dichotom	0: Radius =0 1: Radius >0
RecDiasRadMin5	Radius Rektusdiastase Niveau 5 cm unterhalb Bauchnabel	nominal, dichotom	0: Radius =0 1: Radius >0

Tabelle 15 Nomenklatur bei Auswertung mit 4 Messhöhen

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der deskriptiven Analyse:

Univariate einfache Statistik							
Spalte	N	Freiheitsgrade	Mittelwert	Std.-Abw.	Summe	Minimum	Maximum
NHpost	76	75,00	0,1711	0,3791	13,0000	0,0000	1,0000
RecDiasRadPlus2	76	75,00	0,2763	0,4501	21,0000	0,0000	1,0000
RecDiasRadPlus5	76	75,00	0,0921	0,2911	7,0000	0,0000	1,0000
RecDiasRadMin2	76	75,00	0,0526	0,2248	4,0000	0,0000	1,0000
RecDiasRadMin5	76	75,00	0,0132	0,1147	1,0000	0,0000	1,0000

Hinweis: Die statistischen Kenngrößen wurde für jede Spalte einzeln berechnet, ohne fehlende Werte in anderen Spalten zu berücksichtigen.

Abbildung 32 Deskriptive Statistik bei Auswertung mit 4 Messhöhen

Es lagen 76 Patienten zur Betrachtung vor. Von den 76 Patienten traten bei 13 Patienten postoperativ Hernien auf. Die postoperative Komplikation einer Hernie betrug somit 17%. Ein gewölbter Verlauf der Linea alba, bei der die Messung des Radius >0 betrug, lag in der Messung 2 cm oberhalb des Bauchnabels 21-mal (entspricht 27%), 5 cm oberhalb des Bauchnabels 7-mal (entspricht 9%), 2 cm unterhalb des Bauchnabels 4-mal (entspricht 5%) und 5 cm unterhalb des Bauchnabels 1-mal (entspricht 1%) vor.

Die Hypothese wurde aufgestellt, dass statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der postoperativen Hernienentstehung und dem Vorhandensein einer präoperativen Rektusdiastase, definiert als Vorwölbung der Linea alba an vier verschiedenen festgelegten Messhöhen im axialen Abdomen-CT, bestehen. Für alle vermuteten Zusammenhänge erfolgten die Hypothesentests anhand des Pearson Korrelationskoeffizienten und zu den Signifikanzniveaus 0.01 und 0.05.

Auf Basis des vorliegenden statistischen Samples konnte ein statistischer Zusammenhang zwischen den untersuchten Zufallsvariablen weder zum Signifikanzniveau 0.01 noch zum relaxierten Signifikanzniveau 0.05 nachgewiesen werden. Somit konnte ein Zusammenhang zwischen einer postoperativen Hernienentstehung und dem präoperativen Vorhandensein einer Rektusdiastase, definiert als Vorwölbung im CT an vier festgelegten Messhöhen, nicht bewiesen werden.

Unter der Annahme normal verteilter Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Signifikanzniveau 0.01

Korrelationen

	NHpost	RecDiasRadPlus2	RecDiasRadPlus5	RecDiasRadMin2	RecDiasRadMin5
NHpost	1,0000	-0,0463	0,2178	-0,1071	-0,0525
RecDiasRadPlus2	-0,0463	1,0000	0,3120	0,2497	0,1869
RecDiasRadPlus5	0,2178	0,3120	1,0000	0,1287	-0,0368
RecDiasRadMin2	-0,1071	0,2497	0,1287	1,0000	-0,0272
RecDiasRadMin5	-0,0525	0,1869	-0,0368	-0,0272	1,0000

Abbildung 33 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.01)

Paarweise Korrelationen

Variable	mit Variable	Korrelation	Häufigkeiten	99% KI		Signif. Wahrsch.	
				unten	oben		
RecDiasRadPlus2	NHpost	-0,0463	76	-0,3344	0,2498	0,6915	
RecDiasRadPlus5	NHpost	0,2178	76	-0,0799	0,4799	0,0587	
RecDiasRadPlus5	RecDiasRadPlus2	0,3120	76	0,0212	0,5540	0,0061 *	
RecDiasRadMin2	NHpost	-0,1071	76	-0,3876	0,1916	0,3573	
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus2	0,2497	76	-0,0464	0,5054	0,0296 *	
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus5	0,1287	76	-0,1704	0,4061	0,2679	
RecDiasRadMin5	NHpost	-0,0525	76	-0,3399	0,2440	0,6527	
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus2	0,1869	76	-0,1119	0,4547	0,1060	
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus5	-0,0368	76	-0,3259	0,2587	0,7524	
RecDiasRadMin5	RecDiasRadMin2	-0,0272	76	-0,3174	0,2676	0,8155	

Abbildung 34 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.01)

Fazit: NHpost weist zum Signifikanzniveau 0.01 keinerlei signifikante Korrelationen auf.

Korrelations- und Signifikanzanalysen zum Signifikanzniveau 0.05 (relaxiertes Niveau)

Korrelationen

	NHpost	RecDiasRadPlus2	RecDiasRadPlus5	RecDiasRadMin2	RecDiasRadMin5
NHpost	1,0000	-0,0463	0,2178	-0,1071	-0,0525
RecDiasRadPlus2	-0,0463	1,0000	0,3120	0,2497	0,1869
RecDiasRadPlus5	0,2178	0,3120	1,0000	0,1287	-0,0368
RecDiasRadMin2	-0,1071	0,2497	0,1287	1,0000	-0,0272
RecDiasRadMin5	-0,0525	0,1869	-0,0368	-0,0272	1,0000

Abbildung 35 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.05)

Paarweise Korrelationen									
Variable	mit Variable	Korrelation	Häufigkeiten	95% KI		Signif.			
				unten	95% KI oben	Wahrsch.			
RecDiasRadPlus2	NHpost	-0,0463	76	-0,2689	0,1811	0,6915			
RecDiasRadPlus5	NHpost	0,2178	76	-0,0080	0,4225	0,0587			
RecDiasRadPlus5	RecDiasRadPlus2	0,3120	76	0,0930	0,5021	0,0061 *			
RecDiasRadMin2	NHpost	-0,1071	76	-0,3247	0,1213	0,3573			
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus2	0,2497	76	0,0257	0,4498	0,0296 *			
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus5	0,1287	76	-0,0996	0,3442	0,2679			
RecDiasRadMin5	NHpost	-0,0525	76	-0,2747	0,1751	0,6527			
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus2	0,1869	76	-0,0403	0,3957	0,1060			
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus5	-0,0368	76	-0,2601	0,1903	0,7524			
RecDiasRadMin5	RecDiasRadMin2	-0,0272	76	-0,2511	0,1995	0,8155			

Abbildung 36 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen, Signifikanzniveau 0.05)

Fazit: Auch zum relaxierten Niveau 0.05 treten für NHpost keine signifikanten Korrelationen auf.

Unter der Annahme nichtparametrischer Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Nichtparametrisch: Spearmans ρ

Variable	mit Variable	Spearman ρ	Wahrsch.		
			> ρ		
RecDiasRadPlus2	NHpost	-0,0463	0,6915		
RecDiasRadPlus5	NHpost	0,2178	0,0587		
RecDiasRadPlus5	RecDiasRadPlus2	0,3120	0,0061 *		
RecDiasRadMin2	NHpost	-0,1071	0,3573		
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus2	0,2497	0,0296 *		
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus5	0,1287	0,2679		
RecDiasRadMin5	NHpost	-0,0525	0,6527		
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus2	0,1869	0,1060		
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus5	-0,0368	0,7524		
RecDiasRadMin5	RecDiasRadMin2	-0,0272	0,8155		

Abbildung 37 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen)

Nichtparametrisch: Kendalls τ

Variable	mit Variable	Kendall τ	Wahrsch. > $ \tau $	- ,8	- ,6	- ,4	- ,2	0	,2	,4	,6	,8
RecDiasRadPlus2	NHpost	-0,0463	0,6886									
RecDiasRadPlus5	NHpost	0,2178	0,0592									
RecDiasRadPlus5	RecDiasRadPlus2	0,3120	0,0069 *									
RecDiasRadMin2	NHpost	-0,1071	0,3538									
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus2	0,2497	0,0306 *									
RecDiasRadMin2	RecDiasRadPlus5	0,1287	0,2650									
RecDiasRadMin5	NHpost	-0,0525	0,6496									
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus2	0,1869	0,1056									
RecDiasRadMin5	RecDiasRadPlus5	-0,0368	0,7501									
RecDiasRadMin5	RecDiasRadMin2	-0,0272	0,8137									

Abbildung 38 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit 4 Messhöhen)

Fazit: Auch unter der Annahme nichtparametrischer Verteilungen der Zufallsvariablen konnten weder nach Spearman noch nach Kendall Signifikanzen festgestellt werden.

4.2.1.2. Rektusdiastase als Vorwölbung der Linea alba im CT, Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst

Bei der Auswertung wurden alle Patienten betrachtet, die eine Wölbung im Verlauf der Linea alba im CT zeigten, also bei der Messung einen Radius-Wert > 0 hatten. Im Vergleich zur ersten Betrachtungsweise wurden hierbei die jeweiligen Messwerte oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst betrachtet. Das bedeutet, dass eine Vorwölbung bereits angenommen wurde, sobald nur einer der beiden Radien > 0 gemessen wurde. Auch hier erfolgte die Einteilung in ein dichotomes Verteilungsmuster nach denselben Kriterien wie im vorherigen Ansatz. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Nomenklatur und die zugrundeliegenden Verteilungsannahmen:

Bezeichnung	Bedeutung	Verteilung	
NHpost	postoperative Hernienentstehung	nominal, dichotom	0: nein 1: ja
RecDiasRadPl	Radius Rektusdiastase oberhalb (2 cm oder 5 cm) Bauchnabel	nominal, dichotom	0: Radius =0 1: Radius >0
RecDiasRadMin	Radius Rektusdiastase unterhalb (2 cm oder 5 cm) Bauchnabel	nominal, dichotom	0: Radius =0 1: Radius >0

Tabelle 16 Nomenklatur bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der deskriptiven Analyse

Univariate einfache Statistik							
Spalte	N	Freiheitsgrade	Mittelwert	Std.-Abw.	Summe	Minimum	Maximum
NHpost	76	75,00	0,1711	0,3791	13,0000	0,0000	1,0000
RecDiasRadPl	76	75,00	0,3026	0,4624	23,0000	0,0000	1,0000
RecDiasRadMin	76	75,00	0,0658	0,2496	5,0000	0,0000	1,0000

Hinweis: Die statistischen Kenngrößen wurde für jede Spalte einzeln berechnet, ohne fehlende Werte in anderen Spalten zu berücksichtigen.

Abbildung 39 Deskriptive Statistik bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst

Da nun die Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammen betrachtet wurden und nur einer der jeweiligen Werte (2 cm oder 5 cm) einen Radius > 0 aufweisen musste, um eine Vorwölbung anzunehmen, ergaben sich im Vergleich zur separierten Betrachtungsweise neue Verteilungen: Bei den Messungen oberhalb des Bauchnabels lag 23-mal eine Wölbung der Linea alba mit dem Radius > 0 vor, dies entspricht bei 76 Patienten 30%. Unterhalb des Bauchnabels lagen 5 Werte mit einem Radius > 0 vor was 6,5% aller Patienten entspricht.

Die Hypothese wurde aufgestellt, dass statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der postoperativen Hernienentstehung und dem Vorhandensein einer präoperativen Rektusdiastase bestehen. Letztere wurde dann angenommen, wenn entweder oberhalb oder unterhalb des Bauchnabels eine Vorwölbung der Linea alba vorlag. Dazu wurden die jeweiligen Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammen betrachtet. Für alle vermuteten Zusammenhänge erfolgten die Hypothesentests anhand des Pearson-Korrelationskoeffizienten und zu den Signifikanzniveaus 0.01 und 0.05.

Auf Basis des vorliegenden statistischen Samples konnte ein statistischer Zusammenhang zwischen den untersuchten Zufallsvariablen weder zum Signifikanzniveau 0.01 noch zum relaxierten Signifikanzniveau 0.05 nachgewiesen werden. Somit konnte ein Zusammenhang zwischen einer postoperativen Hernienentstehung und dem präoperativen Vorhandensein einer Rektusdiastase, definiert als Vorwölbung im CT, nicht bewiesen werden, auch wenn die Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammen betrachtet wurden.

Unter der Annahme normal verteilter Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Korrelations- und Signifikanzanalysen zum Signifikanzniveau 0.01

Korrelationen			
	NHpost	RecDiasRadPI	RecDiasRadMin
NHpost	1,0000	0,0050	-0,1205
RecDiasRadPI	0,0050	1,0000	0,4028
RecDiasRadMin	-0,1205	0,4028	1,0000

Abbildung 40 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.01)

Paarweise Korrelationen						
Variable	mit Variable	Korrelation	Häufigkeiten	99% KI		Signif.
				unten	oben	Wahrsch.
RecDiasRadPI	NHpost	0,0050	76	-0,2881	0,2972	0,9658
RecDiasRadMin	NHpost	-0,1205	76	-0,3991	0,1784	0,2996
RecDiasRadMin	RecDiasRadPI	0,4028	76	0,1249	0,6222	0,0003 *

Abbildung 41 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.01)

Fazit: NHpost weist zum Niveau 0.01 keinerlei signifikante Korrelationen auf.

Korrelations- und Signifikanzanalysen zum Signifikanzniveau 0.05 (relaxiertes Niveau)

Korrelationen			
	NHpost	RecDiasRadPI	RecDiasRadMin
NHpost	1,0000	0,0050	-0,1205
RecDiasRadPI	0,0050	1,0000	0,4028
RecDiasRadMin	-0,1205	0,4028	1,0000

Abbildung 42 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.05)

Paarweise Korrelationen						
Variable	mit Variable	Korrelation	Häufigkeiten	95% KI		Signif.
				unten	oben	Wahrsch.
RecDiasRadPI	NHpost	0,0050	76	-0,2207	0,2302	0,9658
RecDiasRadMin	NHpost	-0,1205	76	-0,3368	0,1078	0,2996
RecDiasRadMin	RecDiasRadPI	0,4028	76	0,1951	0,5760	0,0003 *

Abbildung 43 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst, Signifikanzniveau 0.05)

Fazit: Auch zum relaxierten Niveau 0.05 traten für NHpost keine signifikanten Korrelationen auf.

Unter der Annahme nichtparametrischer Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Nichtparametrisch: Spearmans ρ				
Variable	mit Variable	Spearman ρ	Wahrsch.	
			$> \rho $	
RecDiasRadPI	NHpost	0,0050	0,9658	
RecDiasRadMin	NHpost	-0,1205	0,2996	
RecDiasRadMin	RecDiasRadPI	0,4028	0,0003 *	

Abbildung 44 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst)

Nichtparametrisch: Kendalls τ				
Variable	mit Variable	Kendall τ	Wahrsch.	
			$> \tau $	
RecDiasRadPI	NHpost	0,0050	0,9654	
RecDiasRadMin	NHpost	-0,1205	0,2965	
RecDiasRadMin	RecDiasRadPI	0,4028	0,0005 *	

Abbildung 45 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Messhöhen oberhalb und unterhalb des Bauchnabels zusammengefasst)

Fazit: Auch unter der Annahme nichtparametrischer Verteilungen der Zufallsvariablen konnten keine Signifikanzen festgestellt werden.

4.2.1.3. Rektusdiastase definiert über Literatur-Schwellenwert

Bei der Auswertung wurde der Abstand der Muskelbäuche des M. rectus abdominis gemessen und die Definition einer Rektusdiastase anhand eines in der Literatur vorgeschlagenen Schwellenwertes vorgenommen. Die Betrachtung erfolgte jeweils mit Werten oberhalb und unterhalb des Bauchnabels. Oberhalb des Bauchnabels wird ein Wert ab 15 mm als Rektusdiastase definiert, unterhalb des Bauchnabels ein Wert über 14 mm²⁷. Nach diesen Beurteilungskriterien wurden die Messwerte in eine dichotome Verteilung überführt. Den Werten wurde eine 1 zugeordnet, wenn die Messwerte über den jeweiligen Schwellenwerten lagen, also eine Rektusdiastase nach dieser Definition vorlag. Eine 0 wurde zugeordnet, wenn dies nicht der Fall war.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Nomenklatur und die zugrundeliegende Verteilungsannahmen:

Bezeichner	Bedeutung	Verteilung	
NHpost	postoperative Hernienentstehung	nominal, dichotom	0: nein 1: ja
RecDiasPlus	Rektusdiastase oberhalb (2 cm oder 5 cm) Bauchnabel	nominal, dichotom	0: sonst 1: Messwert >15 mm
RecDiasMin	Rektusdiastase direkt unterhalb (2 cm oder 5 cm) Bauchnabel	nominal, dichotom	0: sonst 1: Messwert >14 mm

Tabelle 17 Nomenklatur bei Auswertung durch Schwellenwert

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der deskriptiven Analyse:

Univariate einfache Statistik							
Spalte	N	Freiheitsgrade	Mittelwert	Std.-Abw.	Summe	Minimum	Maximum
NHpost	76	75,00	0,1711	0,3791	13,0000	0,0000	1,0000
RecDiasPlus	76	75,00	0,9079	0,2911	69,0000	0,0000	1,0000
RecDiasMin	76	75,00	0,4474	0,5005	34,0000	0,0000	1,0000

Hinweis: Die statistischen Kenngrößen wurde für jede Spalte einzeln berechnet, ohne fehlende Werte in anderen Spalten zu berücksichtigen.

Abbildung 46 Deskriptive Statistik bei Auswertung mit Schwellenwert

Oberhalb des Bauchnabels lagen 69 Werte über dem Schwellenwert von 15 mm, dies entspricht 90% der 76 Patienten. Unterhalb des Bauchnabels lagen 34 Werte über dem Schwellenwert von 14 mm, dies entspricht 44%.

Die Hypothese wurde aufgestellt, dass statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der postoperativen Hernienentstehung und dem Vorhandensein einer präoperativen Rektusdiastase, definiert über die Überschreitung des jeweiligen Schwellenwert in der Literatur, d.h. 15 mm oberhalb des Bauchnabels und 14 mm unterhalb des Bauchnabels²⁷, bestehen. Für alle vermuteten Zusammenhänge erfolgten die Hypothesentests anhand des Pearson-Korrelationskoeffizienten und zu den Signifikanzniveaus 0.01 und 0.05.

Auf Basis des vorliegenden statistischen Samples konnte ein statistischer Zusammenhang zwischen den untersuchten Zufallsvariablen weder zum Signifikanzniveau 0.01 noch zum relaxierten Signifikanzniveau 0.05 nachgewiesen werden. Somit konnte ein Zusammenhang zwischen einer postoperativen Hernienentstehung und dem präoperativen Vorhandensein einer Rektusdiastase, definiert über die in der Literatur vorgeschlagenen Schwellenwerte, nicht bewiesen werden.

Unter der Annahme normal verteilter Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Korrelations- und Signifikanzanalysen zum Signifikanzniveau 0.01

Korrelationen			
	NHpost	RecDiasPlus	RecDiasMin
NHpost	1,0000	0,0238	0,0832
RecDiasPlus	0,0238	1,0000	0,2866
RecDiasMin	0,0832	0,2866	1,0000

Abbildung 47 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.01)

Paarweise Korrelationen						
Variable	mit Variable	Korrelation	Häufigkeiten	99% KI		Signif.
				unten	99% KI oben	Wahrsch.
RecDiasPlus	NHpost	0,0238	76	-0,2707	0,3143	0,8380
RecDiasMin	NHpost	0,0832	76	-0,2147	0,3669	0,4748
RecDiasMin	RecDiasPlus	0,2866	76	-0,0066	0,5344	0,0121 *

Abbildung 48 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.01)

Fazit: NHpost weist zum Niveau 0.01 keinerlei signifikante Korrelationen auf.

Korrelations- und Signifikanzanalysen zum Signifikanzniveau 0.05 (relaxiertes Niveau)

Korrelationen

	NHpost	RecDiasPlus	RecDiasMin
NHpost	1,0000	0,0238	0,0832
RecDiasPlus	0,0238	1,0000	0,2866
RecDiasMin	0,0832	0,2866	1,0000

Abbildung 49 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.05)

Paarweise Korrelationen

Variable	mit Variable	Korrelation	Häufigkeiten	95% KI unten	95% KI oben	Signif. Wahrsch.	
RecDiasPlus	NHpost	0,0238	76	-0,2027	0,2480	0,8380	
RecDiasMin	NHpost	0,0832	76	-0,1450	0,3030	0,4748	
RecDiasMin	RecDiasPlus	0,2866	76	0,0653	0,4810	0,0121 *	

Abbildung 50 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter Annahme Normalverteilung bei Auswertung mit Schwellenwert aus Literatur, Signifikanzniveau 0.05)

Fazit: Auch zum relaxierten Niveau 0.05 traten für NHpost keine signifikanten Korrelationen auf.

Unter der Annahme nichtparametrischer Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Nichtparametrisch: Spearmans ρ

Variable	mit Variable	Spearmans ρ	Wahrsch. $> \rho $	
RecDiasPlus	NHpost	0,0238	0,8380	
RecDiasMin	NHpost	0,0832	0,4748	
RecDiasMin	RecDiasPlus	0,2866	0,0121 *	

Abbildung 51 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Schwellenwert)

Nichtparametrisch: Kendalls τ

Variable	mit Variable	Kendalls τ	Wahrsch. $> \tau $	
RecDiasPlus	NHpost	0,0238	0,8364	
RecDiasMin	NHpost	0,0832	0,4711	
RecDiasMin	RecDiasPlus	0,2866	0,0131 *	

Abbildung 52 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung bei Auswertung mit Schwellenwert)

Fazit: Auch unter der Annahme nichtparametrischer Verteilungen der Zufallsvariablen konnten keine Signifikanzen festgestellt werden.

4.2.1.4. Interpretation:

Um einen Zusammenhang zwischen dem präoperativen Vorhandensein einer Rektusdiastase bei Bauchaortenaneurysmapatienten und dem postoperativen Entstehen einer Narbenhernie zu untersuchen, wurden die präoperativen CT-Aufnahmen der Patienten analysiert und verschiedene Hypothesentests durchgeführt. In drei Betrachtungsweisen wurden in den vorhergehenden Kapiteln unter verschiedenen Verteilungsannahmen (normalverteilt und nichtparametrisch) sowie zu zwei verschiedenen Signifikanzniveaus (0.01 und 0.05) Korrelations- und Signifikanztests durchgeführt.

Die Anfangshypothese, dass ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem präoperativen Vorhandensein einer Rektusdiastase bei Bauchaortenaneurysmapatienten und dem postoperativen Entstehen einer Narbenhernie besteht, konnte in keinem der beschriebenen Testszenarien bestätigt werden. Insofern kann die Hypothese auf Basis der zugrundeliegenden empirischen Daten und des beschriebenen Testvorgehens nicht angenommen werden.

4.2.2 Einfluss von Alter, Geschlecht, Begleiterkrankungen und Durchmesser des Aneurysmas und die postoperative Hernienentstehung

Es wurde untersucht, ob epidemiologische Faktoren und Begleiterkrankungen sowie der Durchmesser des Aneurysmas einen signifikanten Einfluss auf die postoperative Hernienentstehung haben. Zur Auswertung lag eine statistische Masse von 308 Datensätzen vor, da von diesen Patienten postoperative Daten über eine Hernienentstehung erhoben werden konnten. Insgesamt wurden 8 Variablen als relevante Zufallsgrößen definiert, die in der nachfolgenden Tabelle dargestellt sind:

Bezeichnung	Bedeutung	Verteilung	
<i>NHpost</i>	<i>postoperative Hernienentstehung</i>	<i>nominal, dichotom</i>	<i>0: nein 1: ja</i>
<i>DurchM</i>	<i>Durchmesser des Aneurysma zum OP-Zeitpunkt</i>	<i>rational</i>	<i>gemessen in cm</i>
<i>Geschlecht</i>	<i>Geschlecht des Patienten</i>	<i>nominal, dichotom</i>	<i>0: weiblich 1: männlich</i>
<i>OPAlter</i>	<i>Alter des Patienten zum OP-Zeitpunkt</i>	<i>rational</i>	<i>gemessen in Jahren</i>
<i>Diabetes</i>	<i>Vorliegen Diabetes mellitus</i>	<i>nominal, dichotom</i>	<i>0: nein 1: ja</i>
<i>Hypertonie</i>	<i>Vorliegen einer art. Hypertonie</i>	<i>nominal, dichotom</i>	<i>0: nein 1: ja</i>
<i>Adipositas</i>	<i>Vorliegen Adipositas</i>	<i>nominal, dichotom</i>	<i>0: nein 1: ja</i>
<i>COPD</i>	<i>Vorliegen einer COPD</i>	<i>nominal, dichotom</i>	<i>0: nein 1: ja</i>

Tabelle 18 Zufallsgrößen, Bedeutung und Verteilungsannahmen

Die Variablen postoperative Hernienentstehung, Geschlecht, sowie das Vorliegen von Diabetes, Hypertonie, Adipositas und COPD wurden als nominal verteilte Zufallsgrößen definiert. Das heißt, dass die Zufallsgröße den Wert 1 annimmt, wenn das qualitative Kriterium vorlag, und den Wert 0, wenn das Kriterium nicht vorlag. Für den Durchmesser des Aneurysmas und das OP Alter wurden hingegen rationale Verteilungen angenommen, die Werte in Zentimeter bzw. in Jahren gemessen

und in die Berechnungen übernommen. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine univariate, einfache Statistik der verschiedenen Zufallsgrößen:

Univariate einfache Statistik							
Spalte	N	Freiheitsgrade	Mittelwert	Std.-Abw.	Summe	Minimum	Maximum
DurchM	221	220,00	6,0740	1,2649	1342,35	3,6000	11,0000
Geschlecht	308	307,00	0,8799	0,3256	271,000	0,0000	1,0000
OPAlter	308	307,00	69,2078	7,6624	21316,0	41,0000	90,0000
Diabetes	308	307,00	0,0812	0,2735	25,0000	0,0000	1,0000
Hypertonie	308	307,00	0,6071	0,4892	187,000	0,0000	1,0000
Adipositas	308	307,00	0,3409	0,4748	105,000	0,0000	1,0000
COPD	308	307,00	0,2468	0,4318	76,0000	0,0000	1,0000
Nhpost	308	307,00	0,2825	0,4509	87,0000	0,0000	1,0000

Hinweis: Die statistischen Kenngrößen wurde für jede Spalte einzeln berechnet, ohne fehlende Werte in anderen Spalten zu berücksichtigen.

Abbildung 53 Deskriptive Statistik der verschiedenen Variablen (univariate, einfache Statistik)

Insgesamt wurden 308 Patienten betrachtet. Dies waren alle Patienten, die den Eingriff überlebten und für welche somit eine postoperative Verlaufskontrolle stattgefunden hatte. Bei 221 Patienten war der Aneurysmadurchmesser bekannt. Der Mittelwert der Durchmesser lag bei 6 cm. Das kleinste Aneurysma hatte einen Durchmesser von 3,6 cm, der größte Durchmesser wurde mit 11 cm gemessen. 271 Patienten waren Männer, 37 Frauen. Dies entspricht einem prozentualen Anteil der Männer unter den Patienten von 88%. Der Mittelwert des OP Alters betrug 69 Jahre, die Standardabweichung betrug hierbei 7,6 Jahre. Der älteste Patient war 90 Jahre alt, der Jüngste 41 Jahre. Die Begleiterkrankungen zeigten folgendes Verteilungsmuster: An Diabetes mellitus litten 25 Patienten (8%), an art. Hypertonie 187 Patienten (61%), an Adipositas 105 Patienten (34%) und an COPD 76 Patienten (24%). Im postoperativen Verlauf entwickelte sich bei 87 Patienten eine Hernie. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von 28%.

Die Hypothese wurde aufgestellt, dass statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der postoperativen Hernienentstehung und folgenden patientenindividuellen Faktoren bestehen:

- Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas
- Geschlecht
- OP-Alter
- Diabetes
- Hypertonie
- Adipositas
- COPD

Für alle vermuteten Zusammenhänge erfolgten die Hypothesentests anhand des Pearson Korrelationskoeffizienten und zu den Signifikanzniveaus 0.01 und 0.05. Auf Basis des vorliegenden statistischen Samples konnte ein statistischer Zusammenhang zwischen der postoperativen Hernienentstehung und dem männlichen Geschlecht zum relaxierten Signifikanzniveau 0.05 nachgewiesen werden. Dieser Zusammenhang hielt einem Signifikanztest zum Niveau 0.01 nicht stand. Daneben wurden keine weiteren statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen den restlichen patientenabhängigen Variablen und der Hernienentstehung festgestellt.

Unter der Annahme normal verteilter Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Korrelations- und Signifikanzanalysen zum Signifikanzniveau 0.05

Korrelationen								
	DurchM	Geschlecht	OPAlter	Diabetes	Hypertonie	Adipositas	COPD	Nhpost
DurchM	1,0000	-0,0310	0,2226	0,0067	0,0093	0,0591	0,0383	0,0811
Geschlecht	-0,0310	1,0000	-0,1310	-0,0364	0,0299	0,0129	0,0030	0,1209
OPAlter	0,2226	-0,1310	1,0000	0,0976	0,0627	-0,0813	-0,0874	-0,0962
Diabetes	0,0067	-0,0364	0,0976	1,0000	0,1417	0,0872	-0,0047	-0,0280
Hypertonie	0,0093	0,0299	0,0627	0,1417	1,0000	0,0736	0,0749	0,0026
Adipositas	0,0591	0,0129	-0,0813	0,0872	0,0736	1,0000	0,0491	0,1117
COPD	0,0383	0,0030	-0,0874	-0,0047	0,0749	0,0491	1,0000	0,0591
Nhpost	0,0811	0,1209	-0,0962	-0,0280	0,0026	0,1117	0,0591	1,0000

Es gibt 87 fehlende Werte. Die Korrelationen werden anhand der Methode „REML“ geschätzt.

Abbildung 54 Tabellarische Auflistung der Korrelationen (unter der Annahme normalverteilter Zufallsgrößen, Signifikanzniveau 0.05)

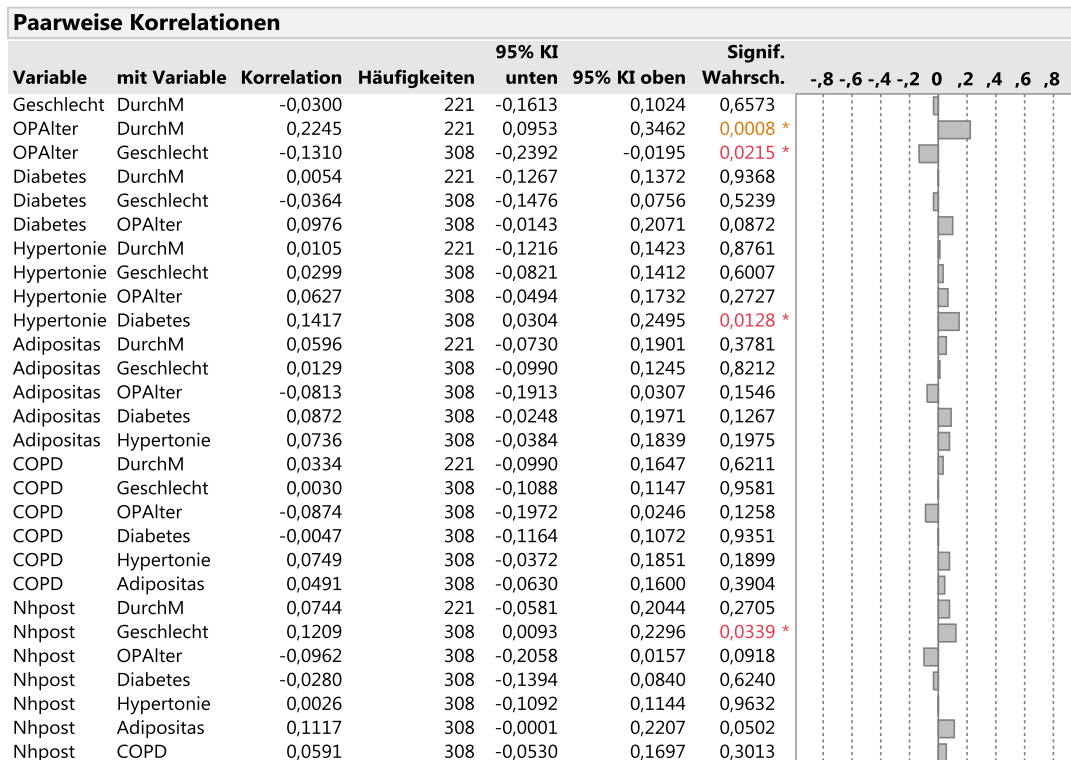


Abbildung 55 Paarweise Korrelationen inklusive Konfidenzintervalle (unter der Annahme normalverteilter Zufallsgrößen, Signifikanzniveau 0.05)

Fazit: Es besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der postoperativen Hernienentstehung und dem männlichen Geschlecht zum relaxierten Signifikanzniveau 0.05. Daneben konnte für keinen der weiteren betrachteten Zusammenhänge statistische Signifikanzen identifiziert werden.

Unter der Annahme nichtparametrischer Zufallsgrößen ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Neben der parametrischen Korrelations- und Signifikanzanalyse im vorherigen Abschnitt wurde eine nichtparametrische Korrelationsanalyse sowohl nach Kendall als auch nach Spearman durchgeführt. Beide Analysen bestätigten die oben genannten Ergebnisse.

Nichtparametrisch: Kendalls τ

Variable	mit Variable	Kendall τ	Wahrsch.		
			> $ \tau $		
Geschlecht	DurchM	-0,0447	0,4299		
OPAlter	DurchM	0,1729	0,0002 *		
OPAlter	Geschlecht	-0,1061	0,0256 *		
Diabetes	DurchM	0,0244	0,6665		
Diabetes	Geschlecht	-0,0364	0,5231		
Diabetes	OPAlter	0,0764	0,1082		
Hypertonie	DurchM	0,0055	0,9227		
Hypertonie	Geschlecht	0,0299	0,5998		
Hypertonie	OPAlter	0,0678	0,1540		
Hypertonie	Diabetes	0,1417	0,0130 *		
Adipositas	DurchM	0,0217	0,7018		
Adipositas	Geschlecht	0,0129	0,8208		
Adipositas	OPAlter	-0,0764	0,1080		
Adipositas	Diabetes	0,0872	0,1265		
Adipositas	Hypertonie	0,0736	0,1970		
COPD	DurchM	0,0724	0,2010		
COPD	Geschlecht	0,0030	0,9580		
COPD	OPAlter	-0,0811	0,0880		
COPD	Diabetes	-0,0047	0,9350		
COPD	Hypertonie	0,0749	0,1894		
COPD	Adipositas	0,0491	0,3896		
Nhpost	DurchM	0,0577	0,3079		
Nhpost	Geschlecht	0,1209	0,0341 *		
Nhpost	OPAlter	-0,0822	0,0838		
Nhpost	Diabetes	-0,0280	0,6233		
Nhpost	Hypertonie	0,0026	0,9631		
Nhpost	Adipositas	0,1117	0,0504		
Nhpost	COPD	0,0591	0,3005		

Abbildung 56 Kendalls τ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung)

Nichtparametrisch: Spearmans ρ

Variable	mit Variable	Spearman ρ	Wahrsch.		
			> $ \rho $		
Geschlecht	DurchM	-0,0532	0,4311		
OPAlter	DurchM	0,2475	0,0002 *		
OPAlter	Geschlecht	-0,1274	0,0254 *		
Diabetes	DurchM	0,0291	0,6675		
Diabetes	Geschlecht	-0,0364	0,5239		
Diabetes	OPAlter	0,0917	0,1083		
Hypertonie	DurchM	0,0065	0,9229		
Hypertonie	Geschlecht	0,0299	0,6007		
Hypertonie	OPAlter	0,0814	0,1543		
Hypertonie	Diabetes	0,1417	0,0128 *		
Adipositas	DurchM	0,0258	0,7027		
Adipositas	Geschlecht	0,0129	0,8212		
Adipositas	OPAlter	-0,0917	0,1081		
Adipositas	Diabetes	0,0872	0,1267		
Adipositas	Hypertonie	0,0736	0,1975		
COPD	DurchM	0,0862	0,2017		
COPD	Geschlecht	0,0030	0,9581		
COPD	OPAlter	-0,0974	0,0880		
COPD	Diabetes	-0,0047	0,9351		
COPD	Hypertonie	0,0749	0,1899		
COPD	Adipositas	0,0491	0,3904		
Nhpost	DurchM	0,0687	0,3090		
Nhpost	Geschlecht	0,1209	0,0339 *		
Nhpost	OPAlter	-0,0987	0,0838		
Nhpost	Diabetes	-0,0280	0,6240		
Nhpost	Hypertonie	0,0026	0,9632		
Nhpost	Adipositas	0,1117	0,0502		
Nhpost	COPD	0,0591	0,3013		

Abbildung 57 Spearmans ρ Werte (unter Annahme nichtparametrischer Verteilung)

Fazit: Auch unter der Annahme nichtparametrischer Verteilungen der Zufallsvariablen konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der postoperativen Hernienentstehung und dem männlichen Geschlecht zum relaxierten Signifikanzniveau 0.05 nachgewiesen werden. Daneben konnte für keinen der weiteren betrachteten Zusammenhänge statistische Signifikanzen identifiziert werden.

4.2.2.1 Interpretation

Auf Basis des uns vorliegenden Samples und der vorgängig beschriebenen statistischen Tests konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der postoperativen Hernienentstehung und dem Vorliegen des männlichen Geschlechts gezeigt werden (zum Signifikanzniveau 0.05). In unserem Patientenkollektiv tendierten demnach eher Männer zu einer postoperativen Hernienentstehung.

Die Betrachtungen des OP-Alters, der Begleiterkrankungen (Diabetes, Hypertonie, Adipositas) sowie dem Aneurysmadurchmesser zeigten hingegen keine statistisch signifikanten Zusammenhänge mit dem Entstehen von postoperativen Hernien. Folglich können die entsprechenden Hypothesen auf Basis der vorliegenden Daten nicht angenommen werden.

5. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit untersuchten wir, inwieweit das (1) Risiko der postoperativen Hernienentstehung nach offener, operativer Versorgung eines Bauchaortenaneurysmas durch das präoperative Vorhandensein einer Rektusdiastase erhöht wird und inwieweit (2) Alter, Geschlecht und Vorerkrankungen sowie auch der Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas Auswirkungen auf die Entstehung einer postoperativen Hernie hat.

Hierzu wurden alle individuellen Patientendaten erfasst und präoperativ angefertigte CT-Aufnahmen ausgewertet.

Aus den erhobenen Daten lassen sich drei wesentliche Schlussfolgerungen ziehen:

- 1. Die präoperative Bauchwandbeschaffenheit und deren Schwächung in Form einer Rektusdiastase hat keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Hernienentstehung.**
- 2. Alter, Vorerkrankungen und Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas haben keine Auswirkung auf die postoperative Hernienentstehung.**
- 3. Männliche Patienten zeigen eine höhere Inzidenz an postoperativen Hernien als weibliche Patienten.**

5.1 Idee der vorliegenden Arbeit und Literaturübersicht

In unserer Studie wurde untersucht, warum die Hernienentstehung eine solch häufig auftretende Komplikation nach Prothesenimplantation bei Bauchaortenaneurysmen darstellt¹⁻⁵. Eine biologische als auch genetische Verbindung beider Erkrankungen wurde bereits in mehreren Arbeiten untersucht^{8,31} und stellt ebenso eine mögliche Ursache des kumulierten Auftretens dar wie die Schwächung der Bauchwand durch die Laparotomie^{3,4}.

Das Risiko der postoperativen Hernienentstehung wurde durch die Untersuchung patientenindividueller, präoperativer Einflussfaktoren weiter analysiert. Ebenso wurde die Bauchwandbeschaffenheit anhand präoperativ vorliegender CT-Aufnahmen betrachtet und eine Schwächung der Bauchwand als Vorhandensein einer Rektusdiastase definiert sowie deren Korrelation mit der postoperativen Hernienentstehung untersucht.

In zwei großen Studien wurde ein solcher Zusammenhang bisher untersucht. Sowohl beide Arbeiten als auch die vorliegende lassen sich im Ansatz miteinander vergleichen, wobei jeder unterschiedliche Untersuchungsansätze zugrunde liegen.

McPhail *et al.*⁹ beobachtete in seiner Studie ein gehäuftes Auftreten von Narbenhernien bei Patienten mit Aortenaneurysmen und vermutete eine gemeinsame Bindegewebsschwäche als

Ursache. Diese Schwäche suchte er auch in anderen Geweben. Laut McPhail legten klinische Untersuchungen nahe, dass Bauchaortenaneurysmapatienten häufig auch unter Rektusdiastasen litten⁹. Er verglich in seiner Studie das Auftreten von Rektusdiastasen bei Patienten mit Bauchaortenaneurysmen mit einer Gruppe von Patienten mit einer arteriellen Verschlusskrankheit. Alle Patienten wurden klinisch anhand im Vorfeld definierter Parameter auf das Vorhandensein einer Rektusdiastase hin untersucht. Seine Ergebnisse zeigten eine 4-fach höhere Prävalenz von Rektusdiastasen bei Patienten mit Bauchaortenaneurysmen verglichen mit der Kontrollgruppe⁹.

Moesberger *et al.*⁷ verfolgte ähnliche Ansätze in seiner Studie. Er vermutet, dass die entscheidende Bindegewebsschwäche nicht nur Hernien, sondern auch Rektusdiastasen bei Patienten mit Bauchaortenaneurysmen hervorruft. Er suchte somit einen Zusammenhang der beiden Krankheiten. Moesberger hoffte die Rektusdiastase als Screeningmethode zur Identifizierung von Patienten mit Bauchaortenaneurysmen nutzen zu können. In seiner Studie untersuchte er Patienten mit einem elektiven operierten Aortenaneurysma und verglich sie mit einer gleichaltrigen Kontrollgruppe (Aortendurchmesser < 30 mm; bisher keine mediane Laparotomie). Dabei verwendete er, im Gegensatz zu McPhail, präoperativ angefertigten CT-Aufnahmen dieser Patienten zur Identifikation der Rektusdiastasen. Die Breite der Linea alba zwischen den Bäuchen des M. rectus abdominis, sowohl oberhalb als auch unterhalb des Bauchnabels, wurde im CT bestimmt und eine Rektusdiastase gemäß den Grenzwerten von Rath AM *et al.*²⁷ definiert (Abstand der Muskelbäuche oberhalb des Bauchnabels > 15 mm, in Höhe des Bauchnabels > 27 mm, und unterhalb > 14 mm). Seine Studie zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Moesberger *et al.* konnte in seiner Studie somit nicht zeigen, dass Rektusdiastasen häufiger im Zusammenhang mit Bauchaortenaneurysmen auftreten.

5.2. Bewertung des Patientenkollektivs

5.2.1 Geschlechterverteilung

In der vorliegenden Studie zeigte sich ein Ungleichgewicht zwischen Männern und Frauen. Insgesamt waren 87,7% der Patienten männlich und 12,2% weiblich. Dass das männliche Geschlecht als Risikofaktor für Bauchaortenaneurysmen^{21,41-43} gilt, ist hinlänglich bekannt. In den „Leitlinien zum Bauchaortenaneurysma und Beckenarterienaneurysma“ der deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie wird für männliche Patienten ein 6-mal höheres Risiko an einem infrarenalen

Aneurysma zu erkranken beschrieben¹, ebenso in der Studie von Tillman *et al.*⁴⁴ In unserem Patientenkollektiv zeigen sich mit 7-fach häufigerem Auftreten von Bauchaortenaneurysmata bei männlichen Patienten ähnliche Werte wie in der Literatur beschrieben.

5.2.2 Altersverteilung

Zur besseren Übersicht teilten wir unsere Patienten in Altersklassen ein.

Altersklasse 1 (AK1): ≤ 0 -39 Jahre

Altersklasse 2 (AK2): 40-64 Jahre

Altersklasse 3 (AK3): 65-79 Jahre

Altersklasse 4 (AK4): ≥ 80 Jahre

In den deutschen Leitlinien wird ein Alter größer 65 Jahre als *major risk factor* angegeben¹. Nach dieser Definition teilten wir unser Patientenkollektiv in Altersklassen ein, sodass Patienten mit Alter als *major risk factor* in den Klassen 3 und 4 vorkamen. Von 444 Patienten befanden sich 297 Patienten in der Altersklasse 3 (65-79 Jahre), 55 Patienten waren über 80 Jahre alt (Altersklasse 4). In unserer Studie waren somit 352 Patienten 65 Jahre oder älter, dies entspricht 79%.

Auch andere Studien betiteln das Alter als einen der wichtigsten Risikofaktoren, um an einem Bauchaortenaneurysma zu erkranken^{42,43,45}. Bei der offenen operativen Versorgung zeigte sich im Register des Deutschen Instituts für Gefäßmedizinische Gesundheitsforschung (DIGG) ein medianes Patientenalter für nicht rupturierte Aneurysmen von 70,5 Jahren für Männer sowie 72 Jahren für Frauen (kombiniertes Medianalter: 70,5 Jahre), bei rupturierten Aneurysmen ein männliches Medianalter von 74 Jahren und 79 Jahren für Frauen (kombiniertes Medianalter 75 Jahre)⁴⁶. Der Medianwert lag bei unserem Patientenkollektiv insgesamt bei 71 Jahren.

Unter den elektiven Eingriffen (n=331) waren 25 Patienten in unserer Studie 80 Jahre oder älter (7,5%). Im DIGG Register waren von 1394 elektiven Eingriffen 115 der Patienten ≥ 80 Jahre, dies entspricht 8,2%⁴⁶.

Bei den rupturierten Aneurysmen (n=113) waren 30 unserer Patienten 80 Jahre oder älter. Dies entspricht 26%. Im Register der DIGG waren es 90 von 317 Patienten, also 28,4%⁴⁶.

Trotz der kleineren Patientenmenge unserer Studie lassen sich die Ergebnisse bezüglich der Altersverteilung gut gegenüberstellen.

5.2.3 Krankenhaussterblichkeit

Von den 331 elektiv operierten Aneurysmapatienten dieser Studie verstarben 27 Patienten während der Behandlung im Krankenhaus, dies entspricht 8%. Damit liegt die Prozentzahl fast doppelt so hoch wie sie das DIGG Register für elektive Eingriffe beschreibt (4,7%)⁴⁶. 113 unserer Patienten wurden aufgrund eines rupturierten Aneurysmas operiert. Von diesen starben 61 während des Krankenhausaufenthaltes (53%). Im DIGG Patientenregister der Jahre 2013 und 2014 wird die postoperative Letalität mit 38,5% beschrieben.⁴⁶ Hier zeigt sich in unserem Kollektiv eine um 15% höhere Letalität während des stationären Aufenthaltes. Beim Vergleich beider Patientenanalysen muss jedoch beachtet werden, dass die Sterblichkeit im DIGG Register nur in den ersten 30 Tagen nach der Operation betrachtet wurde⁴⁶, in unseren Patientendaten wurde kein zeitlicher Rahmen festgelegt. Koscielny *et al.* beschrieb bei seiner Datenanalyse von 49 Patienten, die an einem rupturierten Aneurysma operiert wurden, eine intrahospitale Mortalität von 40,8%⁴⁷. Auch hier lagen unsere Ergebnisse im Vergleich mit 13% über den genannten Patientenanalysen, wobei in dieser Studie auf ein bedeutend kleineres Patientenkollektiv zurückgegriffen wurde (49 zu 113 Patienten).

5.2.4 Begleiterkrankungen

	Männer	Frauen	Gesamt	%
Diabetes mellitus	30	6	36	8
Arterielle Hypertonie	216	25	241	54
Adipositas	127	16	143	32
Lungenerkrankungen	89	12	101	23
Nikotinabusus	54	8	62	14

Tabelle 19 Begleiterkrankungen, Eingriffsart zusammen betrachtet, Männer und Frauen unterschieden

5.2.4.1 Diabetes mellitus

In unserem Patientenkollektiv litten 8% der Patienten unter Diabetes mellitus.

In mehreren Studien wurde Diabetes mellitus eine protektive Wirkung gegenüber Bauchaortenaneurysmen zugesprochen^{42,43,48,49}. Im Review von Shantikumar *et al.* wurde die Inzidenz von Diabetes mellitus bei Patienten mit einem Bauchaortenaneurysma von 6% bis 14% beschrieben, in den Kontrollgruppen ohne BAA von 17% bis 36%⁴². Zusammengefasst lässt sich davon ausgehen, dass Diabetes mellitus das Risiko an einem Bauchaortenaneurysma zu erkranken reduziert⁴².

Die Ursache scheint darin zu liegen, dass Diabetes mellitus zu einer verstärkten Synthese von Bindegewebe führt und deren Abbau gleichzeitig hemmt. Im Gegensatz dazu zeigten sich in der Pathogenese der Bauchaortenaneurysmata eine vermehrte Aktivierung proteolytischer Prozesse mit dem Verlust von Elastin und anderen Strukturproteinen³⁸.

Somit lassen sich die Ergebnisse unserer Studie bezüglich der Inzidenz von Diabetes mellitus mit den o.g. Studien vergleichen.

5.2.4.2 Arterielle Hypertonie

Eine arterielle Hypertonie lag bei 54% unserer Patienten vor, Koscielny *et al.* beschrieb in seiner Studie eine Häufigkeit von 63,4% im Patientenkollektiv⁴⁷.

Ein Anstieg der Rupturgefahr durch eine arterielle Hypertonie wurde bereits wissenschaftlich nachgewiesen⁵⁰. In der Literatur wird demnach empfohlen, neben einem Nikotinverzicht die Blutdruckwerte therapeutisch einzustellen und somit die Rupturgefahr bei Bauchaortenaneurysmen zu reduzieren⁵¹.

5.2.4.3 Adipositas

Das Krankheitsbild der Adipositas definiert sich über einen erhöhten BMI Wert ($\geq 30 \text{ kg/m}^2$)⁴⁰. In der Literatur wird ein erhöhter BMI Wert mit dem vermehrten Auftreten von Bauchaortenaneurysmen in

Verbindung gebracht⁵², einen fördernden Einfluss auf das Wachstum des Aneurysmas konnte allerdings nicht gezeigt werden⁵³. In unserem Patientenkollektiv litten 34% der Patienten an Adipositas.

5.2.4.4 COPD

14% unserer Patienten litt unter obstruktiven Lungenerkrankungen wie COPD.

Chronisch obstruktive Lungenerkrankungen treten oftmals in Verbindung mit Bauchaortenaneurysmen auf^{1,54}, wenn auch der pathophysiologische Zusammenhang noch ungeklärt bleibt⁵⁵.

Koscielny *et al.* beschrieb in seiner Studie eine Häufigkeit von 16,3% für chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen bei Aneurysmapatienten⁴⁷, dies lässt sich mit unserem Patientenkollektiv vergleichen.

5.2.4.5 Nikotinabusus

In unserer Studie betrug der Anteil an Rauchern im Patientenkollektiv 14%. Nikotinabusus ist einer der Hauptrisikofaktoren für das Erkranken an einem Aneurysma, und wird dementsprechend von der deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie als einer der *major risk factors* betitelt¹. Mehrere Studien zeigten einen signifikanten Einfluss des Nikotins auf die Entstehung eines Bauchaortenaneurysmas^{45,52,56,57}. Die Pathogenese eines Aneurysmas wird in mehreren Aspekten durch Nikotin beeinflusst. So stimuliert es die Induktion von Entzündungszellen und Endothelzellen in der Gefäßwand, führt zur Expression von Matrix-Metallo-Proteinasen und induziert die Angiogenese im Aneurysma⁵⁸.

5.3. Inzidenz von Narbenhernien

Die Narbenhernie zählt als eine der häufigsten Komplikationen nach der operativen Versorgung eines Bauchaortenaneurysmas¹.

Wie bereits unter 2.4 dargestellt, zeigen Bauchaortenaneurysmen und Hernien Gemeinsamkeiten in ihrer Pathophysiologie und Biologie, welche in beiden Erkrankungen auf eine Störung des Bindegewebsmetabolismus schließen lässt⁸. Postoperative Narbenhernien bei offen versorgten Bauchaortenaneurysmen können daher einerseits als Komplikation der Laparotomie gesehen werden⁴, andererseits aufgrund der gemeinsamen Pathologie als Begleiterkrankung im Rahmen der Bindegewebsstörung diskutiert werden. In einer Metaanalyse von Takagi *et al.* wurde das

gemeinsame Auftreten der beiden Erkrankungen untersucht. Es zeigte sich eine höhere Inzidenz von Hernien in der Patientengruppe mit Bauchaortenaneurysmen als in der Kontrollgruppe ohne BAA⁵⁹.

In unserer Studie litten 87 von 308 Patienten unter einer Hernie, wovon 8 Patienten bereits präoperativ unter einer Hernie litten, 79 (25,6%) Patienten entwickelten die Hernie erst postoperativ nach Versorgung des BAA. Weiter zeigt unsere Analyse, dass 20 Patienten ausschließlich präoperativ an einer Hernien gelitten haben. So kann auch bei unseren Ergebnissen über eine mögliche gemeinsame Bindegewebsschwäche beider Erkrankungen diskutiert werden, wobei die Inzidenz postoperativ mit 25,6% eher auf eine operationsbedingte Komplikation hindeuten lässt.

In der Literatur beschreibt man große Spannbreiten bzgl. der Inzidenz von Narbenhernien nach operativer Versorgung eines BAAs. Die aktuellen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie zu Bauchaortenaneurysmen beziffert die postoperative Komplikationsrate von Narbenhernien auf 16%¹. Gruppo *et al.* beschreibt eine postoperative Komplikationsrate von 12,4% an Narbenhernien bei BAA Patienten⁴. Im Gegensatz dazu zeigt Augestad *et al.* in seiner Analyse eine Inzidenz von 41,5% nach operativer Versorgung von Bauchaortenaneurysmen und zeigt ebenfalls, dass diese früher und häufiger auftraten als bei operativ versorgten arteriellen Verschlusskrankheiten⁵². Papaziogas *et al.* untersuchten zusätzlich auch präoperativ die Patienten auf das Vorhandensein einer Hernie. Auch hier fiel eine signifikante Prädisposition für Hernien bei Aneurysmapatienten im Vergleich zu Patienten mit aortoiliakalen Verschlusskrankheiten auf⁶⁰.

Da sich in der Literatur große Diskrepanzen bzgl. der Inzidenz von postoperativen Narbenhernien finden, lassen sich unsere Werte (25,6%) mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichen.

Aufgrund der hohen Inzidenz von Narbenhernien nach der operativen Versorgung von Bauchaortenaneurysmen ist die Frage, wodurch dieser Zusammenhang entsteht. Um eventuelle Risikopatienten festlegen zu können und die Komplikationsrate zu verringern, untersuchten wir, inwieweit individuelle Faktoren der Patienten (Geschlecht, Begleiterkrankungen, Aneurysmadurchmesser und Beschaffenheit der Bauchwand präoperativ) die Heilung der Bauchwand signifikant beeinflussen.

5.3.1 Zusammenhang zwischen Alter, Geschlecht, Begleiterkrankungen und der Entstehung von Narbenhernien

Vorerkrankungen und Alter nahmen keinen signifikanten Einfluss auf die Entstehung postoperativer Narbenhernien in unserem Patientenkollektiv. Lediglich beim männlichen Geschlecht konnte eine erhöhte Inzidenz für postoperative Narbenhernien beschrieben werden, was sich mit den

Ergebnissen von Alnassar *et al.*⁶¹ deckt. Ein Zusammenhang zwischen Vorerkrankungen wie Hypertonie^{61,62} und Adipositas⁵² und dem Entstehen von Narbenhernien konnte im Gegensatz zu unserer Studie bereits aufgezeigt werden. Das Alter der Patienten^{61–63} sowie Nikotinabusus⁵² stellen ebenfalls bekannte Risikofaktoren dar.

5.3.2 Zusammenhang zwischen Aneurysmadurchmesser und der Entstehung von Narbenhernien

In unserer Studie konnte keine Korrelation des Aneurysmadurchmessers mit der postoperative Hernieninzidenz nachgewiesen werden.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Studien von Adye *et al.*⁶⁴ und Papadimitriou *et al.*⁶⁰.

5.3.3 Zusammenhang zwischen präoperativer Bauchwandbeschaffenheit und der Entstehung von Narbenhernien

Im Rahmen der CT-Analyse wurden jeweils die letzten präoperativ angefertigten CT-Aufnahmen der Patienten dazu verwendet, die Bauchwandbeschaffenheit zu untersuchen und bereits präoperativ bestehende Pathologien in Form einer Rektusdiastase zu identifizieren. Diese Ergebnisse wurden mit der postoperativen Inzidenz von Narbenhernien verglichen.

Das präoperative Vorhandensein einer Rektusdiastase korreliert in unserer Studie nicht mit einem gehäuften Auftreten von postoperativen Narbenhernien.

Bisher ist dieser Zusammenhang wissenschaftlich noch nicht untersucht worden. In früheren Studien konnte ein gehäuftes Auftreten von Rektusdiastasen bei Bauchaortenaneurysmapatienten bereits gezeigt werden⁹. Ebenso wurde bereits die Korrelation von postoperativen Narbenhernien mit Bauchaortenaneurysmata nachgewiesen^{3,5}. Dementsprechend war die Überlegung, ob das präoperative Vorhandensein einer Rektusdiastase bei Bauchaortenaneurysmapatienten die Inzidenz von Narbenhernien postoperativ erhöht.

Auch wenn unsere Ergebnisse keinen Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit der Bauchwand präoperativ mit der postoperativen Hernienentstehungen zeigen konnte, sollten weitere Forschungen, zum Beispiel mit einem größeren Patientenkollektiv, zwischen Hernien und Rektusdiastasen durchgeführt werden, da bereits die Korrelation der beiden Erkrankungen im einzelnen mit dem Bauchaortenaneurysma nachgewiesen wurden.

5.4 Fazit und Ausblick

Narbenhernien stellen weiterhin die häufigste postoperative Komplikation nach offener Versorgung von Bauchaortenaneurysmen dar¹⁻⁵. In dieser Studie konnte nach Untersuchungen der Patienten, welche zwischen 2001 und 2011 im Universitätsklinikum Homburg offen an einem Bauchaortenaneurysma operiert wurden, folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- 1. Die präoperative Bauchwandbeschaffenheit und deren Schwächung in Form einer Rektusdiastase hat keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Hernienentstehung.**
- 2. Alter, Vorerkrankungen und Durchmesser des Bauchaortenaneurysmas haben keine Auswirkung auf die postoperative Hernienentstehung.**
- 3. Männliche Patienten zeigen eine höhere Inzidenz an postoperativen Hernien als weibliche Patienten.**

In unserer Studie konnten, bis auf das männliche Geschlecht, keine präoperativen patientenspezifischen Faktoren gefunden werden, die signifikanten Einfluss auf die postoperative Hernienentstehung haben. Um die Komplikationsrate in Zukunft verringern zu können, ist es daher wichtig, weitere Ansätze zu verfolgen und, wenn patientenindividuelle Faktoren keine Risikoeinschätzung ermöglichen, auch die mediane Laparotomie und ihre Auswirkung auf die Narbenhernienentstehung kritisch zu hinterfragen.

Die Untersuchungen unserer Arbeit bezogen sich lediglich auf die offene Reparatur eines Bauchaortenaneurysmas. Da sich in den letzten Jahren die Behandlung eines BAA zu Gunsten der endovaskulären Versorgung (EVAR) verschoben hat, wäre es ein wichtiger Schritt, das Patientenkollektiv zu erweitern und die Hernienentstehung im Bezug auf die Therapiewahl (EVAR versus OAR) zu untersuchen. Je nach Expertise der jeweiligen Klinik wurden 80% der Patienten mit einem infrarenalen Bauchaortenaneurysma endovaskulär versorgt. Eine mit unserer Studie vergleichbare retrospektive Untersuchung wäre somit ein sinnvoller nächster Schritt, um beide Behandlungsmethoden bzgl. der Komplikationsrate von Bauchwandhernien gegenüberzustellen.

Eine weitere Veränderung ergab sich in den letzten Jahren: Seit 2012 ist im Saarland die Zertifizierung eines Gefäßzentrums vorgeschrieben. Dies zog die gesetzliche Vorschrift mit sich, dass eine offene Bauchaortenoperation von mindestens zwei Gefäßchirurgen durchgeführt und eine endovaskuläre Versorgung eines Aneurysmas von einem Facharzt der Gefäßchirurgie begleitet werden muss. Diese gesetzliche Neuerung bewirkte, im Gegensatz zu früher, ein festes chirurgisches Team bei der Behandlung von Bauchaortenaneurysmen und auch beim Verschluss der Bauchdecke

am Ende der Operation. Ein Vergleich der Hernienrate vor und nach 2012, somit vor und nach der Änderung des Operationsteams, wäre daher ebenfalls ein relevanter Vergleich, um den Einfluss der Operationstechnik beurteilen zu können.

Es wurde bereits die Überlegung angestellt, bei Risikopatienten eine prophylaktische Netzimplantation vorzunehmen⁶⁵. Dies sollte jedoch kritisch hinterfragt werden, da es im Rahmen einer ggf. notwendigen Revisionsoperation zu zusätzlichen Komplikationen kommen kann. Es wäre wünschenswert, Risikopatienten bereits präoperativ zu identifizieren, um die Durchführung perioperativer Präventionsmaßnahmen einschätzen und die Komplikationsrate senken zu können. Dementsprechend sollte das Ziel weiterer Studien sein, die präoperative Bauchwandbeschaffenheit und Vorerkrankungen sowie deren Einfluss auf das Krankheitsbild der postoperativen Narbenhernien weiter zu analysieren und deren Eignung als Screeningmethode beurteilen zu können.

Zusätzlich sollte ein gemeinsamer Pathomechanismus beider Erkrankungen nicht außer Acht gelassen werden und Inhalt zukünftiger Studien auf molekularer Ebene sein.

Abschließend bedarf es also weiterer Forschungsarbeit auf verschiedenen Ebenen, um die Komplikationsrate der postoperativen Narbenhernienentstehung senken zu können und die peri- und postoperative Versorgung des Bauchaortenaneurysmas weiter zu optimieren.

6. Literaturverzeichnis

1. Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie. Leitlinien zum Bauchaortenaneurysma und Beckenarterienaneurysma. 2008.
2. Rogers M, McCarthy R, Earnshaw J. Prevention of incisional hernia after aortic aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2003;26(5):519-522.
3. Takagi H, Sugimoto M, Kato T, Matsuno Y, Umemoto T. Postoperative incision hernia in patients with abdominal aortic aneurysm and aortoiliac occlusive disease: a systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;33(2):177-181.
4. Gruppo M, Mazzalai F, Lorenzetti R, Piatto G, Toniato A, Ballotta E. Midline abdominal wall incisional hernia after aortic reconstructive surgery: A prospective study. *Surgery*. 2012;151(6):882-888.
5. Liapis CD, Dimitroulis DA, Kakisis JD, et al. Incidence of incisional hernias in patients operated on for aneurysm or occlusive disease. In: *American Surgeon*. Vol 70. ; 2004:550-552.
6. Fernandes da Mota PG, Pascoal AG, Carita AI. Prevalence and risk factors of diastasis recti abdominis from late pregnancy to 6 months postpartum, and relationship with lumbo-pelvic pain. *Man Ther*. 2014:2-7.
7. Moesbergen T, Law A, Roake J, Lewis DR. Diastasis recti and abdominal aortic aneurysm. *Vascular*. 2009;17(6):325-329.
8. Antoniou G a., Georgiadis GS, Antoniou S a., Granderath F a., Giannoukas AD, Lazarides MK. Abdominal aortic aneurysm and abdominal wall hernia as manifestations of a connective tissue disorder. *J Vasc Surg*. 2011;54(4):1175-1181.
9. McPhail I. Abdominal aortic aneurysm and diastasis recti. *Angiology*. 2009;59(6):736-739.
10. Reinpold W. Aktuelle Entwicklungen der Hernienchirurgie. *Hamb Arztebl*. 2008;10:12-17.
11. Schumpelick V, Bleese N MU. Kurzlehrbuch Chirurgie. 2006:664-677.
12. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus Lernatlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 2007:60-65.
13. Kühnel W. Taschenatlas Histologie. 2008:200 ff.
14. Behrends JC, Bischofberger J, Deutzmann R, Ehmke H. Duale Reihe Physiologie. 2010:111-112.
15. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Woll M, Wester K. Prometheus Lernatlas der Anatomie Hals und Innere Organe. 2005:152-153, 262 ff.
16. Siewert R, Brauer R. Basiswissen Chirurgie. 2010:207 ff.
17. Heberer G, van Dongen RJA. Gefäßchirurgie, aus der Kirschnerschen allgemeinen und speziellen Operationslehre. 2004:305 ff.
18. Teschner M, Dragojevic D. Therapie infrarenaler Bauchaortenaneurysmen. 1997;2820(48):2820-2827.
19. Huck K. Innere Medizin, Duale Reihe. 2009;(Teil B Angiologie):225 ff.
20. Syverson D. Theorien zur Pathogenese der Arteriosklerose. *Diss medizinische Fak Berlin Charité*. 2013.
21. Cornuz J, Sidoti Pinto C, Tevaearai H, Egger M. Risk factors for asymptomatic abdominal aortic aneurysm: Systematic review and meta-analysis of population-based screening studies. *Eur J*

- Public Health*. 2004;14(4):343-349.
22. Moxon J V, Parr A, Emeto TI, Walker P, Norman PE, Golledge J. Current status and future prospects. 2011;35(10):1-32.
 23. Huang Y, Gloviczki P, Oderich G, Duncan A, et al. Outcome after open and endovascular repairs of abdominal aortic aneurysms in matched cohorts using propensity score modeling. *J Vasc Surg*. (62(2)):304-311.
 24. Wurzinger L. Duale Reihe Anatomie. 2007;Kapitel C:285-305.
 25. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M. Prometheus, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 2007;Kapitel Rumpfwand.
 26. Hickey F, Finch JG, Khanna A. A systematic review on the outcomes of correction of diastasis of the recti. *Hernia*. 2011;15(6):607-614.
 27. Rath AM, Attali P, Dumas JL, Goldlust D, Zhang J, Chevrel JP. The abdominal linea alba: an anatomo-radiologic and biomechanical study. *Surg Radiol Anat*. 1996;18(4):281-288.
 28. Gireev GI, Zagirov UZ, Shakhnazarov AM. Treatment of linea alba hernia and diastasis of rectus abdominis. *Khirurgiia (Sofiia)*. 1997;(7):58-61.
 29. Emanuelsson P, Dahlstrand U, Strömsten U, Gunnarsson U, Strigård K, Stark B. Analysis of the abdominal musculo-aponeurotic anatomy in rectus diastasis: Comparison of CT scanning and preoperative clinical assessment with direct measurement intraoperatively. *Hernia*. 2014;18(4):465-471.
 30. Schumpelick V, Junge K, Klinge U, Conze J. Klinik und Therapie. *Dtsch Arztebl*. 2006.
 31. Antoniou GA, Giannoukas AD. Increased prevalence of abdominal aortic aneurysm in patients undergoing inguinal hernia repair compared with patients without hernia receiving aneurysm screening. *YMVA*. 2008;53(5):1184-1188.
 32. Krettek A, Sukhova GK, Libby P. Elastogenesis in human arterial disease a role for macrophages in disordered elastin synthesis. *Arter Thromb Vasc Biol*. 2003;23(4):583-587.
 33. Rizzo R, McCarthy W, Dixit S, Lilly M, et al. Collagen types and matrix protein content in human abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg*. 1989;(10(4)):365-373.
 34. Pearce WH, Shively VP. Abdominal aortic aneurysm as a complex multifactorial disease interactions of polymorphisms of inflammatory genes , features of autoimmunity , and current status of MMPs. 2006;132:117-132.
 35. Lindholt JS, Shi G. Chronic inflammation , immune response , and infection in abdominal aortic aneurysms. 2006;463:453-463.
 36. Thompson RW, Shimizu K, Mitchell RN, Libby P. Inflammation and cellular immune responses in abdominal aortic aneurysms. 2016:987-995.
 37. Klinge U, Zheng H, Si Z, Schumpelick V, et al. Expression of the extracellular matrix proteins collagen I , collagen III and fibronectin and matrix metalloproteinase-1 and -13 in the skin of patients with inguinal hernia. *Eur Surg Res*. 1999:480-490.
 38. Antoniou G, Tentes I, Antoniou S, Simopoulos C, Lazarides M. Matrix metalloproteinase imbalance in inguinal hernia formation. *J Invest Surg*. 2011;24(4):145-150.
 39. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie- Herz- und Kreislaufforschung e.V. Leitlinien für das Management der arteriellen Hypertonie. *Eur Hear Journa*. 2013;34:2159-2219.
 40. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. DDG (DDG). Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität

- S3 zur „ Prävention und Therapie der Adipositas “. 2014;0(50):1-106.
41. Pannu R, Mcphail IR. Prevalence of abdominal wall hernia in participants with abdominal aortic aneurysm versus peripheral arterial disease — a population-based study. 2012;63(2):146-149.
 42. Shantikumar S, Ajjan R, Porter KE, Scott DJA. Diabetes and the abdominal aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;39(2):200-207.
 43. Makaroun MS, Barone GW, Bandyk D, Moneta GL. The aneurysm detection and management study screening program. 2016;613.
 44. Tillman K, Lee OD, Whitty K. Abdominal aortic aneurysm : An often asymptomatic and fatal men ' s health issue. *Am J Men's Heal.* 2012;(7(2)):63 –168.
 45. Blanchard JF. Epidemiology of abdominal aortic aneurysms. *Epidemiol Rev.* 1999;21(2):207-221.
 46. Debus E., Torsello G, Behrendt C., Petersen J, Grundmann RT. Perioperative Letalität bei der Versorgung abdomineller Aortenaneurysmen in Deutschland. *Chirurg.* 2015;(September):1041-1049.
 47. Koscielny A, Verrel F, Kalff JC. Das rupturierte abdominale Aortenaneurysma – Ergebnisse und prognostische Faktoren an einem gefäßchirurgischen Zentrum. *Zentralbl Chir.* 2013;141(5):510-517.
 48. Norman PE, Davis TME, Tan M, et al. Matrix biology of abdominal aortic aneurysms in diabetes : Mechanisms underlying the negative association matrix biology of abdominal aortic aneurysms in diabetes : Mechanisms underlying the negative association. *Connect Tissue Res.* 2007;(48):125-131.
 49. Golledge J, Karan M, Moran CS, et al. Reduced expansion rate of abdominal aortic aneurysms in patients with diabetes may be related to aberrant monocyte – matrix interactions. *Eur Hear Journa.* 2008:665-672.
 50. Sweeting M, Thompson S, Brown L, Powell J. Meta-analysis of individual patient data to examine factors affecting growth and rupture of small abdominal aortic aneurysms. *Br J Surg.* 2012;99(5):655-665.
 51. Schmitz-Rixen T, Keese M, Hakimi M, Peters A, Böckler D. Ruptured abdominal aortic aneurysm — epidemiology , predisposing factors , and biology. *Langenbecks Arch Surg.* 2016:275-288.
 52. Augestad K, Wilsgaard T, Solberg S. Incisional hernia after surgery for abdominal aortic aneurysm. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 2002;122(1):22-24.
 53. Cronin O, Walker PJ, Golledge J. The association of obesity with abdominal aortic aneurysm presence and growth. *Atherosclerosis.* 2013;226(2):321-327.
 54. Takagi H, Umemoto T. A meta-analysis of the association of chronic obstructive pulmonary disease with abdominal aortic aneurysm presence. *Ann Vasc Surg.* 34:84-94.
 55. Xiong J, Wu Z, Chen C, Guo W. Chronic obstructive pulmonary disease effect on the prevalence and postoperative outcome of abdominal aortic aneurysms: A meta-analysis. *Sci Rep.* 2016;(August 2015):1-12.
 56. Franks P, Edwards R, Greenhalgh R, Powell J. Risk factors for abdominal aortic aneurysms in smokers. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 11((4)):487-492.
 57. Forsdahl SH, Singh K, Solberg S, Jacobsen BK. Risk factors for abdominal aortic aneurysms a 7-

- year prospective study: The Tromsø Study, 1994–2001. *Circulation*. 2009;119(19):2009-2015.
58. Li Z, Dai Q. Pathogenesis of abdominal aortic aneurysms : Role of nicotine and nicotinic acetylcholine receptors. *Mediat Inflamm*. 2012;2012(4):103102.
 59. Takagi H, Umemoto T. A meta-analysis of the association of primary abdominal wall hernia with abdominal aortic aneurysm. *Int Angiol*. 2015;34((3)).
 60. Papadimitriou D, Pitoulis G, Papaziogas B, et al. Incidence of abdominal wall hernias in patients undergoing aortic surgery for aneurysm or occlusive disease. *Vasa*. 2002;31(2):111-114.
 61. Alnassar S, Bawahab M, Abdoh A, Guzman R, Tuwaijiri T Al, Louridas G. Incisional hernia postrepair of abdominal aortic occlusive and aneurysmal disease : Five-year incidence. 2012;20(5):273-277.
 62. Guitarte C, Grant J, Zhao H, Wang S, Ferriss J, Hernandez E. Incisional hernia formation and associated risk factors on a gynecologic oncology service: An exploratory analysis. *Arch Gynecol Obs*. 2016;294(4):805-811.
 63. Bosanquet D, Ansell J, Abdelrahman T, et al. Systematic review and meta-regression of factors affecting midline incisional hernia rates: Analysis of 14,618 patients. *PLoS One*. 2015;10(9):e0138745.
 64. Adye B, Luna G. Incidence of abdominal wall hernia in aortic surgery. *Am J Surg*. 1998;175((5)).
 65. Muysoms FE, Dietz UA. Prophylaktische Netze an der Bauchdecke. *Der Chir*. 2016;87(9):751-761.

7. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mich bei der Fertigstellung dieser Arbeit unterstützt und begleitet haben.

Als erstes bei meinem Doktorvater Prof. Dr. Matthias Glanemann für die Möglichkeit, die Arbeit durchzuführen, vielen Dank für Ihre Unterstützung.

Ein großes Dankeschön geht an meine Betreuerin Dr. Roushanak Shayesteh-Kheslat. Trotz meiner fachfremden Herkunft hat sie mir die Möglichkeit der Promotion in der Gefäßchirurgie eröffnet. Sie hat mir bei jedem Problem zur Seite gestanden und mich mit großem Engagement unterstützt. Es hat trotz aller Mühe immer wieder Spaß gemacht, auch über den Tellerrand meiner alltäglichen zahnmedizinischen Arbeit hinauszuschauen.

Auch möchte ich Dr. Alexander Maßmann danken, der mich bei den Auswertungen der CT-Aufnahmen unterstützt hat und mit viel Interesse zur Fertigstellung der Arbeit beitrug.

Ein besonderes Dankeschön geht an Sebastian Biehl. Da statistische Auswertungen nicht primär zu meiner Arbeit als Zahnarzt gehören, hat er mit viel Kompetenz und Engagement mir mit Rat und Tat zur Seite gestanden und bei der Darstellung meiner Ergebnisse geholfen.

Meinem Freund Dr. Kai Lindner danke ich vor allem. Er ist nicht nur mit bestem Beispiel vorangegangen, sondern hat zu allen Schritten meiner erfolgreichen Ausbildung in den letzten 8 Jahren beigetragen. Mit ihm haben sogar die schweren Zeiten in Homburg immer noch ein bisschen Spaß gemacht. Danke für alles!

Zuletzt danke ich meiner ganzen Familie, vor allem meinen Eltern und Geschwistern. Sie waren in allen schweren Situationen für mich da. Danke, dass ihr so viel Geduld mit mir hattet.